

UJI KEKUATAN SEMEN TAMBAL GIGI DARI KOMPONEN
POWDER LIMBAH CANGKANG KERANG DARAH (*Anadara*
Granosa)



Skripsi

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat dalam Mencapai Gelar Sarjana Sains
Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Alauddin Makassar

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
MAKASSAR

Oleh
HALIMAH ISHAK
NIM: 60400113047

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN ALAUDDIN MAKASSAR

2017

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan penuh kesadaran, penyusun yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi ini benar adalah hasil karya sendiri. Jika dikemudian hari terbukti bahwa ia merupakan duplikat, tiruan, plagiat, atau dibuat oleh orang lain, sebagian atau seluruhnya, maka skripsi ini dan gelar yang diperoleh dinyatakan batal karena hukum.

Gowa, 23 November 2017

Penyusun,

Halimah Ishak
NIM : 60400113047



PENGESAHAN SKRIPSI

Skripsi yang berjudul, "Uji Kekuatan Semen Tambal Gigi dari Komponen *Powder Limbah Cangkang Kerang Darah (Anadara Grandis)*" yang disusun oleh Halimah Ishak, Nim: 60400113047, mahasiswa Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar, telah diuji dan dipertahankan dalam sidang Munaqasyah yang diselenggarakan pada hari Kamis tanggal 23 November 2017 M, bertepatan dengan 4 Rabiul Awal 1439 H dinyatakan dapat diterima sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar sarjana dalam ilmu Fisika, Jurusan Fisika.

Gowa, 23 November 2017

4 Rabiul Awal 1439 H

DEWAN PENGUJI

Ketua	: Prof. Dr. H. Arifuddin, M.Ag	(.....)
Sekretaris	: Ihsan, S.Pd., M.Si	(.....)
Munaqisy 1	: Sahara, S.Si., M.Sc., Ph.D	(.....)
Munaqisy 2	: Dr. H. Aan Parhani, Lc., M.Ag	(.....)
Pembimbing 1	: Rahmaniah, S.Si., M.Si	(.....)
Pembimbing 2	: Sri Zelviani S.Si., M.Sc	(.....)

Diketahui oleh:
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Alauddin Makassar



Prof. Dr. H. Arifuddin, M.Ag
Nip: 19691205 199303 1 001

KATA PENGANTAR



Puji Syukur Penulis panjatkan Kehadirat Allah SWT karena berkat Rahmat dan Karunia-Nya sehingga Penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat serta salam semoga senantiasa terlimpahkan kepada Nabi Muhammad SAW kepada keluarganya dan para sahabatnya.

Penulisan skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana pada Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi. Judul yang Penulis ajukan adalah **“Uji Kekuatan Semen Tambal Gigi Dari Komponen Powder Limbah Cangkang Kerang Darah (*Anadara Grandis*)”**.

Pada kesempatan ini, penulis ingin menghaturkan rasa terima kasih yang tiada hentinya kepada Allah SWT. Pada kedua orang yang paling tersayang dan tercinta dalam hidup yaitu ayahanda **Drs. Moh. Ishak, T** dan tercinta ibunda **Murniati Radjid** yang telah memberikan do’a, dukungan moril dan materil, motivasi serta anak saya **Nur Hafizah** dan Suami saya **Darwang** yang selalu memberikan semangat dalam menyelesaikan skripsi.

Selama penyusunan skripsi ini penulis juga sangat berterima kasih kepada Pembimbing I serta Pembimbing Akademik Ibu **Rahmaniah, S.Si., M.Si** yang selalu memberikan semangat, nasehat, masukan, waktunya, dan yang tak pernah bosan melihat muka saya dari semester awal hingga penyusunan skripsi. Penulis juga ingin berterima kasih kepada Pembimbing II Ibu **Sri Zelviani, S.Si., M.Sc** yang telah banyak memberikan saran dan masukan dalam membantu perbaikan dari proposal hingga skripsi. Selama penyusunan skripsi ini banyak hambatan

yang penulis hadapi. Namun semuanya dapat dilalui berkat pertolongan Allah SWT serta bantuan berbagai pihak, baik secara langsung maupun tak langsung yang selalu memberikan doa, semangat dan motivasi bagi penulis dengan rasa penuh keikhlasan dan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada:

1. Bapak **Prof. Dr. H. Musafir Pabbari, M.Si** selaku Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar.
2. Bapak **Prof. Dr. H. Arifuddin, M.Ag** selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi, dan Para Wakil Dekan I, II dan III.
3. Ibu **Sahara, S.Si., M.Sc., Ph.D** selaku ketua Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi sekaligus sebagai Penguji I yang telah memberikan masukan dan saran, serta kritikan yang sangat membantu penulis dalam perbaikan skripsi ini.
4. Bapak **Ihsan, S.Pd., M.Si** selaku sekretaris Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi sekaligus sebagai sekertaris sidang munaqasyah.
5. Bapak **Dr. H. Aan Parhani, Lc., M.Ag** selaku Penguji II, yang telah memberikan masukan, kritikan dan saran dalam perbaiki skripsi.
6. Seluruh dosen-dosen serta staf laboran Jurusan Fisika UIN Alauddin Makassar yang telah memberikan masukan membangun kepada penulis.
7. Rekan-rekan mahasiswa Jurusan Fisika Angkatan 2013 (**Asas I3lack**) yang telah memberikan semangat dan dukungan dalam penyusunan skripsi.
8. Saudara **Khairi Anwar Ishak** dan saudari-saudariku **Nurafiyah Ishak, S.Pd.I, Nur Amaliyah Ishak, S.Pd** dan **Khaerunisa Ishak, S.Pd** yang telah

memberikan semangat, motivasi, dukungan serta yang selalu mendengar keluhan penulis dalam penyusunan skripsi ini.

9. Kepada segenap pihak yang tidak dapat Penulis sebutkan satu persatu dalam kesempatan ini.

Penulis menyadari bahwa dalam pembuatan skripsi ini, masih banyak kekurangan sehingga masukkan dan kritik yang sifatnya membangun senantiasa penulis terima dengan lapang dada.

Demikian penulis sampaikan dengan kerendahan hati semoga bisa bermanfaat bagi Penulis dan semua yang membaca skripsi ini. Semoga semua amal perbuatan kita diterima oleh Allah SWT. Amin

Gowa, 23 November 2017

Penulis

HALIMAH ISHAK
NIM : 60400113047



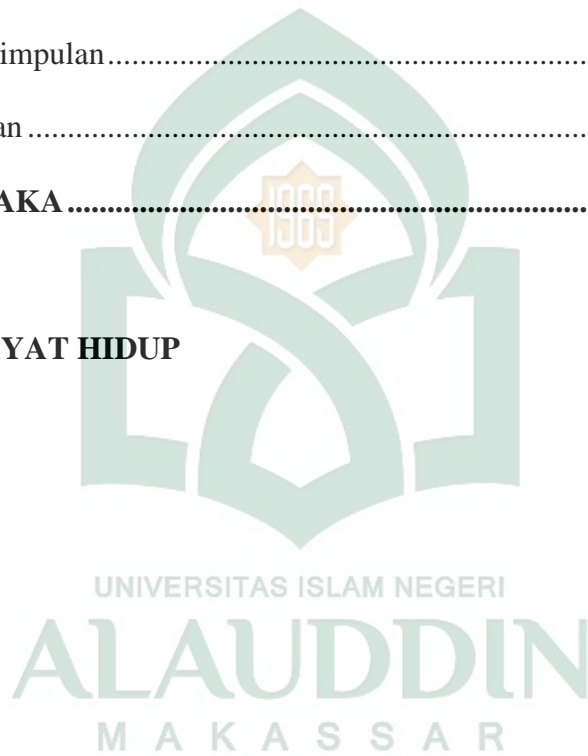
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
M A K A S S A R

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	i
PENGESAHAN SKRIPSI.....	i
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GRAFIK	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
ABSTRAK	xiii
ABSTRACT	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1-6
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Ruang Lingkup.....	5
1.5 Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7-36
2.1 Pemanfaatan Limbah Dalam Perspektif Alqur'an	7
2.2 Gigi.....	12
2.2.1 Email Gigi	15

2.2.2 Fisika gigi.....	16
2.2.3 Kepala gigi, pegangan gigi palsu dan penanaman gigi	19
2.3 Kerang Darah	21
2.3.1. Mengenal kerang darah (<i>Anadara Grandis</i>)	22
2.3.2. Klasifikasi dan morfologi kerang darah (<i>Anadara Grandis</i>)	23
2.4 <i>Glass Ionomer Cement</i> (GIC)	25
2.4.1. Kelebihan dan kekurangan GIC	28
2.4.2. Sifat-sifat GIC	39
2.5 Kekuatan Tekan	31
2.6 Sifat Kekuatan Tekan	35
BAB III METODE PENELITIAN	37-41
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	37
3.2 Alat dan Bahan	37
3.2.1 Alat.....	37
3.2.2 Bahan.....	38
3.3 Prosedur Kerja	38
3.3.1 Tahap Persiapan Sampel	38
3.3.2 Tahap Pembuatan Sampel.....	39
3.3.3 Tahap Pengujian Sampel	49
3.4 Tabel Pengukuran	40
3.5 Diagram Alir.....	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	42-52
4.1 Hasil.....	42

4.2 Pembahasan	43
4.2.1 Hubungan antara gaya beban (N) dan luas penampang (mm^2) ...	46
4.2.2 Hubungan antara kekuatan tekan (N/mm^2) dengan luas penampang (mm^2)	50
4.2.3 Hubungan antara kekuatan tekan (N/mm^2) dengan komposisi sampel.....	51
BAB V PENUTUP.....	53
5.1 Kesimpulan.....	53
5.2 Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	54-57
LAMPIRAN	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	



DAFTAR GRAFIK

Grafik	KeteranganGrafik	Halaman
4.1.	Grafik hubungan antara gaya beban tekan (N) dengan luas penampang (mm ²)	47
4.2.	Grafik hubungan antara kekuatan tekan (N/mm ²) dengan luas penampang (mm ²)	50
4.3.	Grafik hubungan antara kekuatan tekan (C) dengan komposisi sampel.....	51



DAFTAR TABEL

Tabel	Keterangan Tabel	Halaman
2.1.	Data hasil karakterisasi semen gigi dari ZnO Eugenol yang disusun dari nanopartikel	33
2.1.	Data hasil karakterisasi semen gigi dari ZnO Eugenol yang disusun dari mikropartikel	33
2.3.	Nilai perbandingan <i>Compressive strength</i> beberapa material kedokteran gigi	34
3.1.	Tabel pengukuran	40
4.1.	Nilai kekuatan tekan semen gigi dengan campuran pasta gigi dan tanpa campuran pasta gigi	44

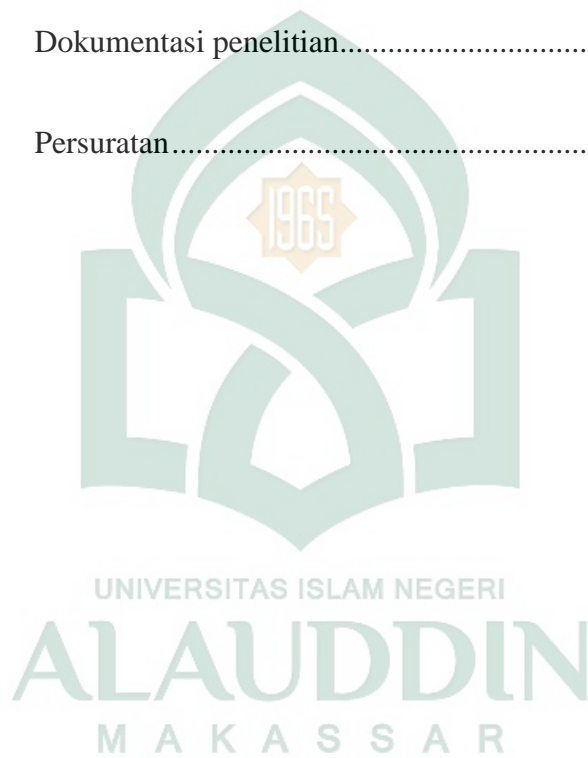


DAFTAR GAMBAR

Gambar	Keterangan Gambar	Halaman
2.1	Struktur gigi.....	14
2.2	Jaringan epitel mulut gigi	14
2.3	32 gigi tetap normal seorang dewasa.....	17
2.4	Penampang melintang gigi geraham dewasa.....	17
2.5	Skema tengkorak seorang dewasa	17
2.6	Kurva <i>stress-strain</i> (tegangan-regangan).....	19
2.7	Dua skema <i>orthodontis</i>	20
2.8	Kerang darah (<i>Anadara Granosa</i>).....	22
2.9	Skema ilustrasi dari <i>Compressive Strength</i>	33
3.1	Diagram alir penelitian	41

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Keterangan Lampiran	Halaman
I	Gambar alat dan bahan.....	L1
II	Gambar prosedur kerja.....	L8
III	Analisis data.....	L17
IV	Dokumentasi penelitian.....	L21
V	Persuratan.....	L27



ABSTRAK

Nama : Halimah Ishak
NIM : 60400113047
Judul Skripsi : **UJI KEKUATAN SEMEN TAMBAL GIGI DARI KOMPONEN POWDER LIMBAH CANGKANG KERANG DARAH (*Anadara Granosa*)**

Telah dilakukan penelitian dengan tujuan yaitu untuk mengetahui komposisi bahan yang tepat untuk menghasilkan kekuatan tekan semen tambal gigi yang besar. Metode yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari 3 tahap yaitu tahap preparasi, pembuatan dan pengujian sampel. Dalam penelitian ini dibuat 8 sampel uji yaitu 4 sampel diameter 4 mm dan 6 mm tinggi, 2 sampel diameter 8,50 mm dan tinggi 10 mm, dan 2 sampel diameter 7 mm dan tinggi 11,91 mm, dengan variasi konsentrasi pasta gigi 2%, 5%, 10%, 20% dan 50%. Sampel yang memiliki nilai kekuatan tekan tertinggi yaitu sampel B dengan komposisi sampel yaitu bubuk limbah cangkang kerang darah 0,143 g, 2 tetes cairan asam poliakrilik dan 2% pasta gigi serta ukuran cetakan sampel adalah 4 mm untuk diameter dan 6 mm untuk tinggi yakni 9,521 N/mm². Sampel yang memiliki nilai kekuatan tekan tertinggi yaitu sampel A dengan komposisi sampel yaitu bubuk limbah cangkang kerang darah 0,143 g dan 2 tetes cairan asam poliakrilik serta ukuran cetakan sampel adalah 4 mm untuk diameter dan 6 mm untuk tinggi yakni 3,51 N/mm².

Kata Kunci : Tambal gigi, Cangkang kerang darah, Kuat tekan.

ABSTRACT

Name : Halimah Ishak
NIM : 60400113047
Title : TEST OF STRENGTH OF DENTAL CEMENT PART
SHELL POWDER WASTE SHELL OF BLOOD (*Anadara Granosa*)

Has conducted research with the aim was to determine the composition of the exact material to produce cement compressive strength of dental fillings were great. The method used in this study consisted of three phases: preparation, manufacture and testing of samples. In this study, 8 of the test sample is 4 samples of 4 mm diameter and 6 mm high, 2 sample diameter of 8.50 mm and a height of 10 mm, and and 2 sample diameter of 7 mm and 11.91 mm high, with a variation of the concentration of toothpaste 2 %, 5%, 10%, 20% and 50%. The sample has a value of compressive strength is highest, the B sample by sample composition is powdered waste oyster shell blood 0.143 g, 2 drops of polyacrylic acid and 2% toothpaste as well as the print size sample is 4 mm in diameter and 6 mm high, 9.521 N/mm². Samples that have the highest compressive strength value of the sample A with the composition of the sample of blood clam shell waste powder 0.143 g and 2 drops of polyacrylic acid as well as the size of the sample mold is 4 mm in diameter and 6 mm high, which is 3.51 N/mm².

Keywords : Dental fillings, Shells of mussels blood, Strong press.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Semen sebagai bahan tambal gigi pertama kali ditemukan oleh seorang arsitek Prancis, lebih dari 100 tahun yang lalu, yaitu berupa bahan *Zink Phosphate* yang digunakan sebagai *topping medium* untuk kerusakan gigi (Robert dan John, 2002). Bahan tambal gigi lain adalah *glass ionomer*, berbentuk *powder* yang terdiri dari campuran *aluminium silikat* dengan *polymaleic acid*. *Powder* ini digunakan bersama larutan air yang mengandung *accelerator*, berupa bahan kimia untuk mempercepat *setting time powder* diatas. Selain itu, bahan lain semen yang digunakan untuk bahan tambal gigi sementara (*temporary restorative material*) adalah campuran *powder zinc oxide* dengan larutan *eugenol* (Nugroho, dkk, 2008).

Pada tahun 1972 Wilson dan Kent memperkenalkan *Glass Ionomer Cement* (GIC) yang memberikan banyak kelebihan seperti biokompabilitas yang baik, tidak terjadi pengerutan pada saat terjadi reaksi pengerasan, sifat adhesi secara kimiawi dengan jaringan gigi serta bahan ini dapat melepaskan *flour* yang berguna untuk mencegah terjadinya proses karies baru (Mitsahashi, dkk; Ellkuria, dkk, 2003). Serbuk kalsium asam-larut *flouroaluminosilicate* mirip dengan silikat kaca namun dengan rasio *Aluminium Silikat* yang lebih tinggi meningkatkan reaktivitas dengan cairan. Bagian *flourid* bertindak sebagai *fluks* dari keramik. *Fusion* bahan baku untuk membentuk kaca yang seragam dengan pemanasan pada

suhu 1100°C hingga 1500°C. Kaca adalah tanah menjadi bubuk yang memiliki bubuk partikel berkisar antara 15-50 µm. Persentase bahan baku adalah Silika (SiO_2) 29%, Alumina (Al_2O_3) 16.6%, Aluminium *Flouride* (AlF_3) 5.3%, Kalsium *Flouride* (CaF_2) 34.3%, Natrium *Flouride* (Na_3F_6) 5%, dan Aluminium Phosfat (AlPo_4) 9.9%. Salah satu perkembangan terakhir semen ionomer kaca memiliki ukuran nano pada partikel kacanya, kelebihan jenis semen ionomer kaca ini tahan terhadap kebocoran, permukaan lebih halus dan pelepasan *flournya* lebih tinggi (Ketac nano GIC, 3M).

Biokompabilitas mengindikasikan bahwa material dapat diterima oleh tubuh, sedangkan biomaterial adalah material yang dapat diimplantasikan kedalam tubuh yang dapat digunakan dalam tubuh untuk memperbaiki jaringan yang hilang atau rusak tanpa adanya penyimpangan biologis (Nicolodi, dkk, 2004; Mausavinasab, dkk, 2008; Kawahara, dkk, 1979; Hatton, dkk, 2006). Syarat yang harus dipenuhi agar suatu material dapat diterima oleh tubuh yaitu : pertama, tidak boleh iritatif dan menimbulkan inflamasi atau alergi. Kedua, dapat berkolaborasi dengan jaringan disekitarnya dalam menggantikan bagian tubuh yang hilang. Ketiga, kemampuan untuk berfungsi secara spesifik dari bagian tubuh yang akan digantikan (Hench, dkk; Nicolodi, dkk, 2004; Cerruti, 2001-2004; Greenspan, 1999).

Salah satu material yang dapat diolah menjadi biomaterial adalah cangkang kerang darah. Cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) tinggi akan kalsium yang dapat menguatkan gigi dan tulang, dimana cangkang kerang darah mengandung Kalsium Oksida (CaO) 66,70 %, Silika (SiO_2) 7,88 %, Aluminium

Oksida (Al_2O_3) 1,25 %, Ferri Oksida (Fe_2O_3) 0,03 %, dan Magnesium Oksida (MgO) 22,28 %. Pemanfaatan limbah cangkang kerang darah yaitu dapat dijadikan sebagai bahan pengganti semen karena memiliki kandungan zat kapur yang sangat banyak. Selain itu cangkang kerang darah dapat dimanfaatkan dalam sintesis nano *hidroksiapatit* sebagai *bone* implan untuk kerusakan tulang karena cangkang kerang memiliki kandungan kalsium yang sangat tinggi yaitu sebesar 66,70 % dan tulang memerlukan kalsium yang banyak untuk pergerakannya.

Penelitian mengenai pemanfaatan limbah cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) sebelumnya pernah dilakukan oleh Muntamah (2011) yaitu sintesis dan karakterisasi hidroksiapatit dari limbah cangkang kerang darah. Pada penelitian ini dilakukan sintesis hidroksiapatit menggunakan kalsium dari limbah cangkang kerang darah karena limbah cangkang kerang darah banyak terdapat di Indonesia. Metode sintesis yang digunakan adalah metode kering dan metode basah. Hasil penelitian ini diperoleh cangkang kerang darah yang digunakan untuk sintesis dikalsinasi pada suhu 1000°C selama 24 jam untuk menghasilkan kalsium oksida yang merupakan bahan dasar sintesis hidroksiapatit. Kadar kalsium dalam cangkang kerang dari hasil kalsinasi pada suhu 1000°C selama 24 jam diperoleh sebesar 61,23% berdasarkan bobot kering yang diukur dengan menggunakan *Atomic Absorption Spectrometer* (AAS). Hasil identifikasi EDX untuk metode kering memperlihatkan komposisi hasil sintesis yang didominasi oleh kalsium hingga 23% dan untuk metode basah komposisi kalsium sebesar 27%. Selain penelitian yang dilakukan Muntamah, penelitian menggunakan limbah cangkang kerang darah dilakukan oleh Islam *et al* (2011). Penelitian ini dilakukan

karakterisasi kalsium karbonat dan *polymorf* dari cangkang kerang darah (*Anadara granosa*). Hasil penelitian ini diperoleh besarnya kandungan kalsium pada cangkang kerang darah dengan menggunakan EDX sebesar 45,08%.

Pada cangkang kerang darah selain kandungan kalsium terdapat kandungan kalsium karbonat yang cukup besar. Mohamed *et al* (2012) melakukan penelitian terkait dekomposisi kalsium karbonat pada cangkang kerang darah yang memperoleh hasil bahwa analisis menggunakan *X-ray Fluorescence* (XRF) diperoleh besarnya kandungan kalsium karbonat sebesar 98,99 % dan analisis struktur kristal menggunakan *X-ray Diffraction* (XRD) menjelaskan bahwa cangkang kerang darah terdiri dari *aragonite*. Ini adalah salah satu jenis bentuk kristal kalsium karbonat selain *calcite* dan *vaterite*. *Calcite* adalah bentuk kristal kalsium karbonat paling stabil, aragonit memiliki kepadatan lebih tinggi dan kekerasan yang tinggi. Selain penelitian Mohamed, penelitian menggunakan cangkang kerang darah dilakukan oleh Bharatham *et al* (2014) yaitu pemanfaatan limbah cangkang kerang darah yang berpotensi sebagai biomaterial. Berdasarkan hasil analisis menggunakan XRD menghasilkan struktur kristalografi dari kalsium karbonat berbentuk *aragonite* dan hasil analisis FTIR menunjukkan bahwa kerang jenis *Mollusca* memiliki karakterisasi mineral dan fisika kimia hampir sama serta memiliki kandungan kalsium karbonat sebesar 95,7% atau 96% sehingga berpotensi untuk digunakan sebagai bahan rekayasa jaringan tulang.

Semen ionomer kaca adalah bahan restorasi yang melekat pada enamel dan dentin melalui ikatan kimia, terdiri dari campuran *powder* dan *liquid* larutan asam poliakrilik dengan konsentrasi sekitar 50%. PAA bertindak sebagai ko-polimer

dengan asam lain seperti asam itakonat, maleat, dan trikarboksilat. *Polyacrilic acid* (PAA) adalah suatu larutan dengan nama genetik untuk polimer sintetik yang memiliki berat molekul tinggi dari asam akrilik. *Polyacrilic acid* (PAA atau *carbomer*) digunakan sebagai gel dalam kosmetik atau produk perawatan lainnya, dan dapat pula mengontrol konsentrasi dan aliran pada kosmetik ataupun pada produk perawatan, PAA merupakan polielektrolit ionik lemah, yang tingkat ionisasinya bergantung pada pH larutan.

Berdasarkan uraian diatas, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang pemanfaatan limbah cangkang kerang sebagai bahan alternatif dalam pembuatan komponen *powder* sebagai bahan baku pembuatan semen tambal gigi, karena komposisi dari bahan sebelumnya yang telah digunakan memiliki kemiripan dari kandungan limbah cangkang kerang darah dan menggunakan larutan asam poliakrilik sebagai cairan untuk membantu bubuk *powder* dapat menjadi adonan yang akan dilakukan sebagai semen tambal gigi.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana komposisi bahan yang tepat untuk menghasilkan kekuatan tekan semen tambal gigi yang besar?

1.3. Tujuan

Tujuan pada penelitian ini adalah untuk mengetahui komposisi bahan yang tepat untuk menghasilkan kekuatan tekan semen tambal gigi yang besar.

1.4. Ruang Lingkup

Ruang lingkup pada penelitian ini adalah :

1. Sampel yang digunakan adalah limbah cangkang kerang darah (*Anadara Grandis*).
2. Larutan yang digunakan sebagai perekat adalah larutan *polyacrylic-acid*.
3. Penambahan *flour* (pasta gigi) yang bervariasi yaitu 0%, 2%, 5% dan 10%, 20%, dan 50%.
4. Tahap pengukuran cetakan sampel mengikuti standar ISO yaitu 6 mm untuk tinggi dan 4 mm untuk diameter.

1.5. Manfaat

Manfaat pada penelitian ini adalah :

1. Memberikan informasi tentang manfaat dari limbah cangkang kerang darah (*Anadara Grandis*) sebagai semen tambal gigi.
2. Menambah pemahaman kepada masyarakat tentang pemanfaatan limbah cangkang kerang darah (*Anadara Grandis*).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pemanfaatan Limbah Dalam Perspektif Alqur'an

Didalam Alqur'an Allah telah menjelaskan tentang penciptaan laut dan semua yang hidup didalamnya serta pemanfaatan dari semua yang telah Allah karuniakan yang akan diberikan untuk manusia agar dapat mengambil hasil laut dan dapat dimanfaatkan. Kerang darah termasuk hewan yang berasal dari laut, yang memiliki banyak manfaat. Oleh sebab itu, Allah menjelaskan dalam Firman-Nya dalam Alqur'an surah Al-Nahl (16) ayat 14, sebagai berikut;

وَهُوَ الَّذِي سَخَّرَ الْبَحْرَ لِتَأْكُلُوا مِنْهُ لَحْمًا طَرِيًّا وَتَسْتَخْرِجُوا مِنْهُ حِلْيَةً تَلْبَسُونَهَا وَتَرَى الْفُلْكَ مَوَاجِرَ فِيهِ وَلِتَبْتَغُوا مِنْ فَضْلِهِ وَلِعَلَّكُمْ

تَشْكُرُونَ

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALA UDDIN
MAKASSAR

Terjemahnya :

“Dan Dia-lah, Allah yang menundukkan lautan (untukmu), agar kamu dapat memakan daripadanya daging yang segar (ikan), dan kamu mengeluarkan dari lautan itu perhiasan yang kamu pakai; dan kamu melihat bahtera berlayar padanya, dan supaya kamu mencari (keuntungan) dari karunia-Nya, dan supaya kamu bersyukur”(Kementerian Agama RI, 2016).

Menurut tafsir Al-Misbah bahwa ayat-ayat lalu, menurut al-Biq'a'i dimulai dengan makhluk secara umum, kemudian binatang, kemudian tumbuh-tumbuhan, disusul dengan yang terhampar seperti air dan sebagainya, lalu yang berwarna-

warni. Itu semua untuk membuktikan keesaan dan keniscayaan hari kemudian. Melalui Q.S. Al-Nahl (16) ayat 14 di atas, diuraikan apa yang terdapat “di dalam air” lagi tertutup olehnya. Ayat ini menyatakan bahwa : Dan Dia, yakni Allah SWT., yang menundukkan lautan dan sungai serta menjadikannya arena hidup binatang dan tempatnya tumbuh berkembang serta pembentukan aneka perhiasan. Itu dijadikan demikian agar kamu dapat menangkap hidup-hidup atau yang mengapung dari ikan-ikan dan sebangsanya yang berdiam disana sehingga kamu dapat memakan darinya daging yang segar, yakni binatang-binatang laut itu, dan kamu dapat mengeluarkan yakni mengupayakan dengan cara bersungguh-sungguh untuk mendapatkan darinya, yakni dari laut dan sungai itu perhiasan yang kamu pakai; seperti permata, mutiara, merjan, dan semacamnya.

Disamping itu, kamu melihat, wahai yang dapat melihat, menalar, dan merenung, betapa kuasa Allah SWT., sehingga bahtera dapat berlayar padanya, membawa barang-barang dan bahan makanan, kemudian betapapun beratnya behtera itu, ia tidak tenggelam, sedang air yang dilaluinya sedemikian lunak. Allah menundukkan itu agar kamu memanfaatkannya dan agar kamu bersungguh-sungguh mencari rezeki, sebagian dari karunianya itu dan agar kamu terus-menerus bersyukur, yakni menggunakan anugerah itu sesuai dengan tujuan penciptaannya untuk kepentingan kamu dan generasi-generasi sesudah kamu dan juga untuk makhluk-makhluk selain kamu (Shihab, 2002; hal 547-548).

Ayat diatas menyatakan bahwa Allah memberi anugerah menciptakan lautan dan semua binatang-binatang yang hidup didalamnya. Kerang darah termasuk dalam binatang yang berasal dari lautan yang dapat dimanfaatkan. Dan

Allah juga menyebutkan bahwa manusia dipermudah untuk mengeluarkan binatang (kerang darah) itu dari tempatnya (laut) yang dapat dijadikan perhiasan. Perhiasan disini adalah mutiara, kemudian mutiara tersebut dibungkus oleh cangkang. Masyarakat belum dapat memanfaatkan cangkang kerang tersebut. Penggalan ayat diatas, menunjukkan betapa kuasanya Allah SWT., dia menciptakan mutiara yang sedemikian kuat (cangkangnya) dan sangat jernih, di satu areal yang sangat lunak yang bercampur dengan aneka sampah dan kotoran. Kemudian, telah Allah memperjelaskan kepada makhluknya (manusia) dalam Q.S. Ali ‘Imran (3) : 190-191, Allah SWT menjelaskan dalam firmanNya, sebagai berikut :

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَآخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِّأُولِيَ الْأَلْبَابِ
 ۞ الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ

السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطْلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ ۞

Terjemahnya :

“Sesungguhnya, dalam penciptaan langit dan bumi, dan pergantian malam dan siang, terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi orang yang berakal, (yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri, duduk, atau dalam keadaan berbaring, dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata), “Ya Tuhan kami, tidaklah Engkau menciptakan semua ini sia-sia; Mahasuci Engkau, lindungilah kami dari azab neraka” (Kementerian Agama RI, 2016).

Menurut tafsir Ibnu Katsir, makna ayat di atas bahwa Allah berfirman “Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi” artinya yaitu pada ketinggian dan keluasan langit dan juga pada kerendahan bumi serta kepadatannya. Dan juga tanda-tanda kekuasaannya yang terdapat pada ciptaannya yang dapat dijangkau oleh indera manusia pada keduanya (langit dan bumi), baik yang berupa bintang-bintang, komet, daratan dan lautan, pegunungan dan pepohonan, tumbuhan, tanaman, buah-buahan, binatang, barang tambang, serta berbagai macam warna dan aneka beragam makanan dan bebauan. Semuanya itu merupakan ketetapan Allah yang Maha Perkasa lagi Maha Mengetahui. Oleh karena itu, Allah berfirman “Terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal (Uulul Albaab)”. Yaitu mereka yang mempunyai akal yang sempurna lagi bersih, yang mengetahui hakikat banyak hal secara jelas dan nyata. Mereka bukan orang-orang tuli dan bisu yang tidak berakal.

Kemudian, Allah menyifatkan tentang Uulul Albaab dalam Firmannya, bahwa “(yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadaan berbaring”. Maksudnya, mereka tidak putus-putus berdzikir dalam semua keadaan, baik dengan hati maupun dengan lisan mereka. “Dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi”. Maksudnya mereka memahami apa yang terdapat pada keduanya (langit dan bumi) dari kandungan hikmah yang menunjukkan keagungan “al-Khaliq” (Allah), kekuasaannya, keluasan ilmunya, hikmahnya, pilihannya, juga rahmatnya.

Di sisi lain, Allah memuji hamba-hambanya yang beriman bahwa “(yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadaan

berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi”. Mereka berkata “Ya Rabb kami, tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia”. Artinya, Engkau tidak menciptakan ini dengan sia-sia tetapi dengan penuh kebenaran, agar Engkau memberikan balasan kepada orang-orang yang beramal buruk terhadap apa-apa yang mereka kerjakan dan juga memberikan pembalasan terhadap orang-orang yang beramal baik dengan balasan yang lebih baik (surga). Kemudian mereka menyucikan Allah dari perbuatan yang sia-sia dan penciptaan yang bathil seraya berkata “Maha Suci Engkau” yakni dari menciptakan sesuatu yang sia-sia. “Maka peliharalah kami dari siksa neraka”. Maksudnya, wahai Rabb yang menciptakan makhluk ini dengan sungguh-sungguh dan adil. Wahai dzat yang jauh dari kekurangan, aib dan kesia-siaan, peliharalah kami dari adzab neraka dengan daya dan kekuatanmu. Dan berikanlah taufik kepada kami dalam menjalankan amal shalih yang dapat menghantarkan kami ke Surga serta menyelamatkan kami dari adzabmu yang sangat pedih (Katsir, 2003; hal 104-106).

Dalam Alqur'an surah Ali 'Imran (3) ayat 190-191 dijelaskan bahwa salah satu bentuk kecintaan kita terhadap Allah yaitu dengan cara memikirkan apa yang telah Allah ciptakan kepada kita karena semua yang diciptakanNya tidak ada yang sia-sia dan tidak memiliki manfaat. Salah satu penciptaan Allah yang ada di bumi yaitu laut dan semua binatang-binatang yang hidup di dalamnya. Salah satu hewan yang hidup di laut adalah kerang darah. Kerang darah merupakan hewan/binatang yang berasal dari perairan laut dan kerang darah dibungkus dengan cangkang yang memiliki beberapa kandungan kimia yang dapat dimanfaatkan. Salah satu unsur

yang paling banyak dalam cangkang kerang darah adalah kalsium oksida yaitu 66,70%. Pada umumnya, masyarakat belum mengetahui manfaat dari limbah cangkang kerang darah ini. Penelitian ini dilakukan berdasarkan kandungan kimia yang terdapat dalam cangkang kerang tersebut dan mengaplikasikan limbah cangkang kerang darah ini dengan cairan asam polikrilik untuk digunakan sebagai bahan semen tambal gigi.

2.2. Gigi

Secara umum, gigi terdiri dari beberapa bagian utama yaitu enamel, dentin, pulpa gigi dan akar gigi. Enamel merupakan substansi yang mengalami klasifikasi tinggi yang melapisi bagian gigi yang terlihat dan merupakan jaringan gigi yang keras. Dentin merupakan bagian yang paling tebal pada jaringan gigi, serta memiliki sifat yang menyerupai tulang. Pulpa gigi adalah suatu jaringan lunak, berisi syaraf dan pembuluh darah. Pulpa sangat peka terhadap stimulasi zat kimia dan ternis. Akar gigi dilapisi oleh *cementum* yang merupakan suatu jaringan ikat yang menyerupai jaringan tulang (Ismiawati, 2009).

Gigi merupakan struktur putih yang kecil yang terdapat dalam setiap mulut manusia dan juga menjadi organ yang sangat penting dalam membantu manusia dalam mengunyah makanan yang akan mengalami proses pencernaan dalam tubuh manusia. Manusia memiliki empat macam gigi yaitu gigi seri, geraham, taring, dan geraham kecil. Gigi memiliki dua bagian jaringan keras dan lunak. Jaringan keras dari gigi yaitu email dan dentin, sedangkan jaringan lunak pada gigi adalah pulpa. Menurut Ismiawati (2009) berikut ini adalah beberapa fungsi gigi diantaranya adalah :

a. Pengunyahan.

Proses pengunyahan dipengaruhi oleh keseimbangan antara rahang atas dan rahang bawah, apabila tidak seimbang maka akan mengganggu proses pengunyahan akan terganggu dalam rongga mulut sehingga gigi tidak dapat bekerja dengan maksimal.

b. Berbicara.

Dalam berbicara, gigi sangat diperlukan untuk mengucapkan huruf tertentu seperti F, V, T, S, dan D, tanpa adanya gigi, huruf-huruf tersebut tidak dapat terdengar dengan baik atau sempurna.

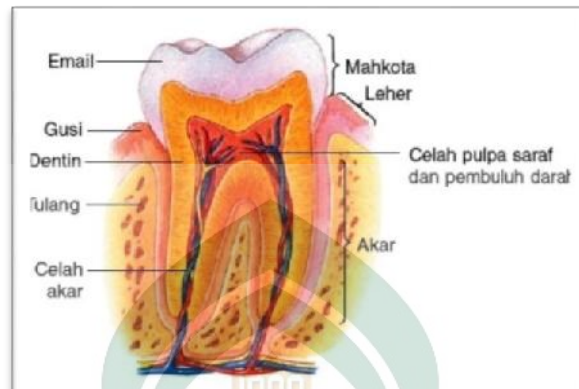
c. Estetik.

Gigi dan rahang dapat mempengaruhi senyum seseorang, dengan adanya gigi yang terlihat rapi dan putih bersih akan melengkapi senyum pada seseorang dibandingkan dengan seseorang yang memiliki gigi yang tidak beraturan dan tidak bersih.

Bibit gigi terbentuk saat manusia masih dalam bentuk janin berusia 7 minggu, benih gigi dibentuk oleh lapisan ektodermal dan mesodermal, fungsi ektodermal ialah membentuk email (enamel) dan *Odontoblast*, sedangkan mesodermal menyertai pembentukan dentin, pulpa, semen, jaringan *periodontal* dan tulang *alveolar*.

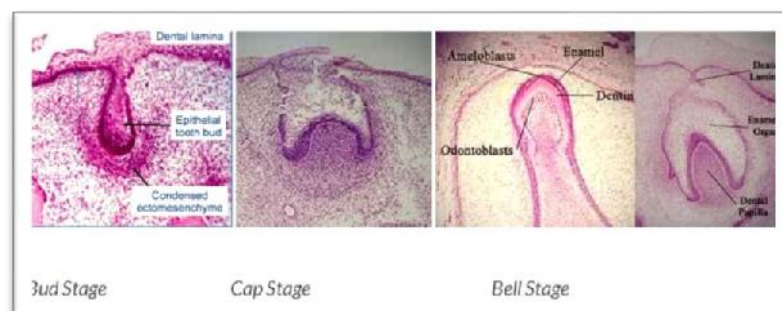
Jaringan epitel mulut benih gigi terbentuk karena adanya *proliferasi* (pembentukan jaringan baru/sel baru) pada lamina basal (jaringan dasar) epitel mulut dan meluas keseluruh permukaan *mandibular* (rahang bawah) sampai *maksilar* (rahang atas), tahap ini dikenal dengan sebutan *bud stage*

(kuncup/tunas). Sel mesenkim (asal mula jaringan ikat) pada jaringan dalam mengalami pepadatan, pembentukan jaringan baru dan membentuk pembuluh darah (vaskularisasi) dalam tahap inilah dental *papilla* atau *odontoblast* terbentuk yang nantinya akan membentuk dentin dan pulpa.



Gambar 2.1. Struktur gigi.
(Sumber : Biology, Raven and Johnson)

sel mesenkim yang ada disekeliling dental *papilla* akan membentuk kantung yang nantinya akan membentuk sementum, jaringan periodontal dan tulang *alveolar*, tahap ini dikenal dengan nama *cap stage* (topi). Setelah itu, terjadilah deferensiasi (pembedaan), sel-sel email epitelium menjadi semakin panjang dan silindris yang disebut *ameloblast* yang nantinya akan membentuk email/enamel sedangkan *odontoblast* akan membentuk dentin dan pulpa, tahap ini dikenal dengan nama *bell stage* (lonceng).



Gambar 2.2. Jaringan epitel mulut gigi.
(Sumber : Biology, Raven and Johnson)

2.2.1. Email gigi.

Email gigi merupakan suatu jaringan yang mengalami proses mineralisasi yang sangat tinggi dan rentan terhadap serangan asam, baik langsung dari makanan atau hasil metabolisme bakteri yang menyimpan karbohidrat menjadi asam. Komposisi makanan atau minuman yang banyak mengandung asam akan mempercepat kerusakan pada permukaan gigi. Email merupakan struktur keras dalam gigi. Kandungan email terdiri dari 96% bahan inorganik dan 4% air, bahan organik serta jaringan fibrosa. Bahan inorganik ini terdiri dari beberapa juta kristal hidroksiapatit yang mempunyai rumus kimia $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$. Termasuk juga terlihat jelas sejumlah karbonat (4%), sodium (0,6%), magnesium (1,2%), dan sejumlah kecil flourida (0,01%). Flourida paling banyak terdapat di permukaan email gigi (Avery, 1992 dan Ten Cate, 1980).

Email pada gigi mempunyai ketebalan yang berbeda pada tiap bagian dan bervariasi diantara jenis gigi, maksimum 2,5 mm. Pada gigi permanen emailnya lebih tebal dari gigi sulung. Hal ini disebabkan karena terjadinya proses remineralisasi sehingga kandungan mineral pada email gigi permanen lebih banyak dibandingkan gigi sulung.

Email gigi sebagian besar terdiri dari hidroksiapatit ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) atau *fluoroapatit* ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{F}_2$), kedua unsur tersebut dalam suasana asam akan larut menjadi Ca^{2+} ; PO_4^{4-} dan F^- , OH^- . Ion H^+ akan beraksi dengan gugus PO_4^{4-} , F^- , atau OH^- membentuk HSO_4^- ; H_2SO_4 HF atau H_2O , sedangkan yang kompleks terbentuk CaHSO_4 ; CaPO_4 dan CaHPO_4 . Kecepatan melarutnya enamel dipengaruhi oleh derajat keasaman (pH), konsentrasi asam, waktu melarut dan

kehadiran ion sejenis kalsium dan fosfat. Email sebagian besar mengandung kristal hidroksiapatit sehingga dapat menyerap *fluor* yang dilepaskan oleh SIK dengan membentuk suatu ikatan *fluoroapatit* yang lebih tahan terhadap asam.

2.2.2. Fisika Gigi.

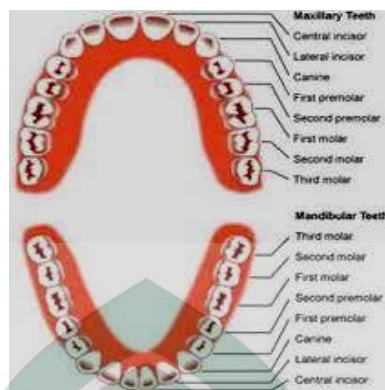
Ada banyak aplikasi fisika pada gigi dan rahang kita. *Prostetik* (penggantian) alat seperti pegangan untuk gigi palsu dan kepala gigi yang mempunyai kecocokan hayati sebaiknya cukup kuat untuk fungsi semestinya.

a. Gaya-gaya pada gigi normal.

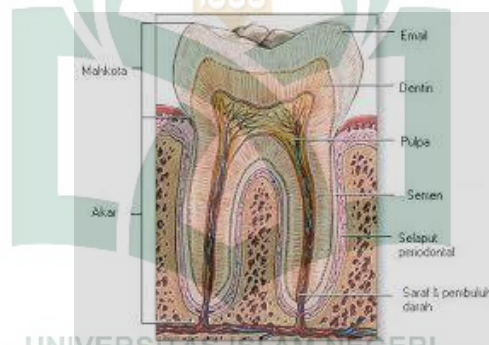
Pada gambar 2.3 menggambarkan 32 gigi tetap normal dewasa dan potongan melintang dari tipe gigi geraham tetap. Gigi yang berbeda mempunyai fungsi yang berbeda. *Incisors* (gigi seri) dan *cuspid*s (kadang disebut mata gigi atau gigi taring) mempunyai pemotong tunggal atau ujung penggigit, mempunyai akar tunggal; akar gigi taring yang berada di rahang bawah sangat panjang, di belakang *cuspid*s adalah *bicuspid*s pertama dan kedua diikuti oleh tiga geraham yang biasanya mempunyai dua atau tiga akar, digunakan untuk mengunyah atau menggiling makanan pada permukaan antara gigi-gigi (disebut permukaan *occlusal*). Pada gambar 2.5 memperlihatkan skema tengkorak. Poros dari rahang (*Mandible*) disebut *temporomandibular joint* (TMJ), otot *masseter* memberikan gaya utama untuk menggigit dan mengunyah (John R. Cameron, dkk, 1999).

Enamel lebih kuat lima kali dari dentin, gaya tusukan kebawah sedemikian rupa, kegagalan gigi akan terjadi. Oleh karena geraham

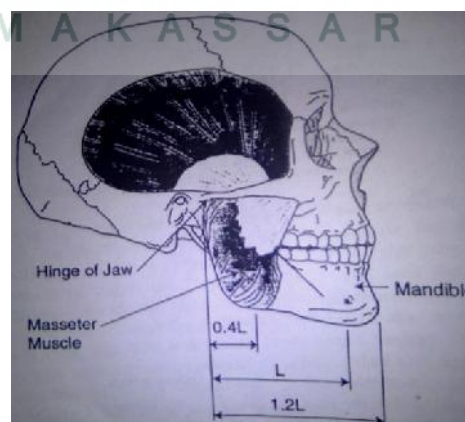
digunakan untuk menunyah makanan, geraham mempunyai permukaan yang lebar dibandingkan gigi seri yang kerjanya lebih seperti pisau dalam proses menggigit.



Gambar 2.3. 32 Gigi tetap normal seorang dewasa
(Sumber : <https://www.google.com>)



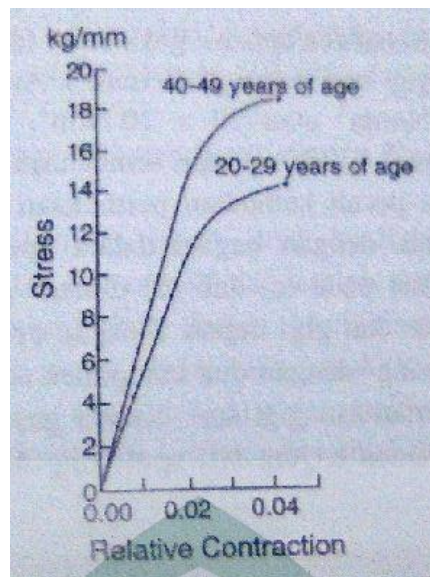
Gambar 2.4. Penampang melintang gigi geraham dewasa
(Sumber : <https://www.google.com>)



Gambar 2.5. Skema tengkorak seorang dewasa.
(Sumber : John R.Cameron,dkk. 1999)

Pada gambar 2.5 memperlihatkan beberapa gigi dan otot masseter yang menghasilkan merapat dan mengunyah rahang lebih rendah (*mandible*). Dimensi dalam unit L yang merupakan jarak dari *biscupid* pertama ke engsel rahang, 0,4 L lokasi pendekatan otot *masseter* dari engsel dan 1,2 L adalah jarak pusat gigi seri dari engsel. Nilai L sekitar 6,5 cm untuk wanita dan 8 cm untuk pria. (Gambar dimodifikasi oleh Ken Ford. Gambar asli *Copyright* 1994, TechPool Studio Corp. USA).

Ilmuan telah mengukur tegangan dan regangan sifat komponen enamel dan dentin gigi. Kurva tegangan-regangan untuk dentin dapat dilihat pada gambar 2.6. Bila gaya dari otot *maaseter* bekerja hanya pada pusat gigi dan tidak ada geraham, gaya akan lebih kecil dari 650 N dengan rasio $L/1.2 L$ adalah 540 N. Gaya ini hampir sama dengan berat orang dewasa yang kecil. Gaya maksimum dari yang satu dapat digunakan untuk mengukur permukaan *occlusal* pertama geraham ($1^{st}biscupid$) porsi hukum Hooke dari tegangan-regangan dalam kg/mm^2 untuk dentin terlihat sekitar 0,01 (1%) bagian padat dari gigi. Bila terjadi menggigit pasir, atau biji jagung, luas daerah kontak sedemikian kecil 1 mm^2 ; kemudian tegangan pemadatan sekitar 650 N/mm^2 ($6,5 \times 10^{-6} \text{ N/m}^2$). Pada kondisi ini gigi akan gagal. Gigi akan menjadi lemah atau pecah waktu pada saat menggigit yang keras, objeknya yang kecil (John, dkk. 1999. hal: 80-82).

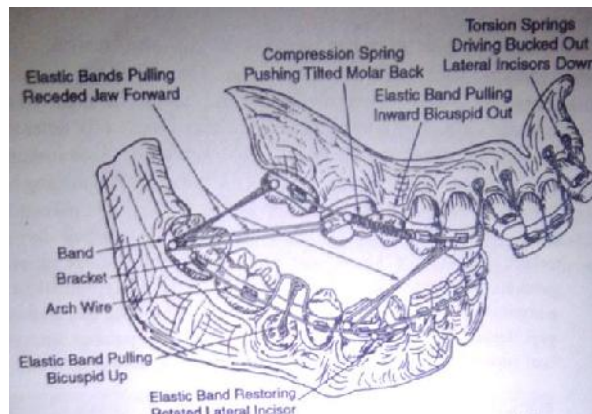


Gambar 2.6. Kurva *stress-strain* (tegangan-regangan)
(Sumber : John R.Cameron,dkk. 1999)

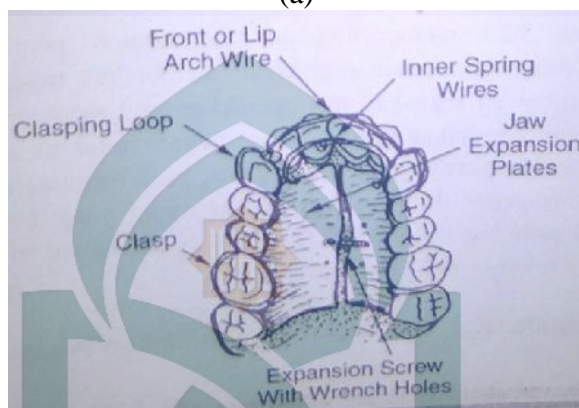
Gambar 2.6 merupakan kurva *stress-strain* (tegangan-regangan) untuk dentin yang dipadatkan untuk gigi sebelum geraham (*biscupid*) dewasa dalam dua perbedaan umur modulus Young mula-mula bertambah sesuai umur tetapi kemudian menurun. Permukaan enamel mempunyai modulus Young sekitar lima kali lebih dari untuk dentin. Cacat *bahea* skala tegangan faktor 10 lebih besar jika diberikan dalam kg/mm^2 (H. Yamada Strength of Biological Material,. F.H. Evans (ed) Baltimore Williams and Wilkins, 1970. p 150 dengan izin).

2.2.3. Kepala gigi, pegangan gigi palsu dan penanaman gigi.

Dalam banyak kasus, tambal gigi tidak berarti mengurangi kekuatan gigi. Perbaikan (gigi tambalan) bisa sampai waktu yang lama jika dikerjakan dengan baik dan dirawat dengan baik.



(a)



(b)

Gambar 2.7. Dua skema *orthodontis*.
(Sumber : John R.Cameron,dkk. 1999)

Pada gambar 2.7(a) suatu kasus melebarkan, peralatan *orthodontis* tertentu memindahkan dan mengontrol gigi pada rahang atas dan rahang bawah kanan (sisi kiri tidak terlihat). Pada gambar 2.7(b) peralatan pengaturan melebarkan rahang bawah sementara bersamaan pelurusan gigi depan. Gambar 2.8 apabila dimodifikasi dapat digunakan untuk mengecilkan ukuran rahang (Diadaptasi dari S. Garfield, Teeth, New York, Simon dan Shuster, 1969, p.217) (John, R, dkk : 1999, hal. 97-88).

Komposisi dari *pasta gigi* adalah kalsium karbonat, air, Sorbitol, HydratedSilika, Sodium Laurl Sulfate, Sodium Monoflourophosphate, Flavour, Cellulose Gum, Pottasium Citrate, Sodium Silika, Sodium Saccharin, DMDM

Hydantoin, mengandung flour dan bahan aktif yaitu Sodium Monoflourophosphate sebesar 1,12%.

2.3. Kerang Darah

Kerang adalah hewan air yang termasuk hewan bertubuh lunak (moluska). Pengertian kerang bersifat umum dan tidak memiliki arti secara biologi namun penggunaannya luas dan dipakai dalam kegiatan ekonomi. Pada cangkang kerang darah selain kandungan kalsium yang besar, terdapat kandungan kalsium karbonat yang cukup besar. Mohamed *et al* (2012) melakukan penelitian terkait dekomposisi kalsium karbonat pada cangkang kerang darah yang memperoleh hasil bahwa analisis menggunakan *X-Ray Flourescence* (XRF) diperoleh besarnya kandungan kalsium karbonat sebesar 98,99% dan analisis struktur kristal menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD) menjelaskan bahwa cangkang kerang darah terdiri dari *aragonite*, ini adalah salah satu jenis bentuk kristal kalsium karbonat selain *calcite* dan *vaterite*. *Calsite* adalah bentuk kristal kalsium karbonat paling stabil, aragonit memiliki kepadatan lebih tinggi dan kekerasan yang lebih tinggi pula.

Dalam pengertian paling luas, kerang berarti semua moluska dengan sepasang cangkang, lebih tepat orang menyebutnya kerang-kerangan dan sepadan dengan arti *clam* yang dipakai di Amerika. Contoh pemakaian seperti ini dapat dilihat pada istilah "kerajinan dari kerang". Kata kerang dapat pula berarti semua kerang-kerangan yang hidupnya menempel pada suatu objek. Kerang juga dipakai untuk menyebut berbagai kerang-kerangan yang bercangkang tebal, berkapur, dengan pola radial pada cangkang yang tegas. Kerang hijau tidak termasuk

didalamnya dan lebih tepat disebut kupang. Pengertian yang paling mendekati dalam bahasa Inggris adalah *cockle*. Dalam pengertian yang paling sempit, yang dimaksud sebagai kerang adalah kerang darah (*Anadara granosa*), sejenis kerang budidaya yang umum dijumpai di wilayah Indo-Pasifik dan banyak dijual di warung atau rumah makan yang menjual hasil laut.

2.3.1. Mengenal kerang darah (*Anadara granosa*).



Gambar 2.8. Kerang darah (*Anadara Granosa*)
(Sumber : Kesah Melati, 2013)

Kerang laut (*Anadara granosa*) adalah salah satu dari jenis kerang yang banyak ditemukan di perairan Indonesia. Kerang ini banyak dikonsumsi masyarakat karena banyak mengandung protein. Jumlah kerang yang cukup berlimpah akan sebanding dengan jumlah limbah kulitnya yang selama ini sebagian besar hanya dibuang dan sebagian kecil dimanfaatkan sebagai pakan ternak, bahan baku pembuatan kosmetik, dan kerajinan tradisional. Limbah kulit kerang mengandung senyawa kimia yang bersifat *pozzolan* yaitu zat kapur (CaO) sebesar 66,70%, alumina, dan senyawa silika, sehingga dapat dijadikan sebagai alternatif bahan baku utama atau bahan substitusi pembuatan semen. Oleh karena itu, optimalisasi pemanfaatan limbah kulit kerang ini diharapkan dapat

mengurangi limbah yang mencemari lingkungan dan dapat memberi nilai tambah terhadap limbah kulit kerang tersebut (Kesah Melati, 2013).

Kerang darah, kerang dagu, kopiri atau kosa yang dikenal sebagai *cockle* adalah sekelompok kerang yang memiliki belahan cangkang yang sama melekat satu sama lain pada batas cangkang. Cangkang berukuran sedikit lebih panjang dibanding tingginya tonjolan. Setiap belahan cangkang memiliki 19-23 cm. Lapisan luar cangkang umumnya berwarna putih, berselaputkan suatu lapisan berwarna kecokelatan. Pada spesies *Anadara granosa*, jalur-jalur *radial* terputus-putus. Lapisan dalam cangkang umumnya berwarna putih keruh. Kerang darah hidup terbenam dibawah permukaan tanah pada kedalaman perairan 0-1 m, serta memiliki substrat pasir berlumpur. Pertumbuhan kerang darah tergolong lambat, hanya 0,098 mm/hari. Kerang darah memakan makanan dengan cara menyaring (*filter feeder*) (Ghufran, 2011).

2.3.2. Klasifikasi dan morfologi kerang darah (*Anadara Granosa*).

Kelas *Pelecypoda* atau *Bivalvia* meliputi kerang, tiram, remis dan sebangsanya. Pada dasarnya *Pelecypoda* mempunyai cangkang setangkup dan sebuah mantel yang berupa dua daun telinga atau cuping yang simetri bilateral. Kerang tidak mempunyai radula seperti *gastropoda* dan tidak mempunyai kepala atau tentakel yang nyata. Kerang darah (*Anadara granosa*) merupakan jenis kerang yang termasuk kedalam kelas *Pelecypoda* dan dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom : Animalia

Filum : Mollusca

Kelas : Pelecypoda / Bivalvia

Sub Kelas : Lamelladibranchia

Ordo : Taxodonta

Family : Arcidae

Genus : Anadara

Spesies : *Anadara granosa*

tiram, kerang dan sebangsanya mempunyai dua cangkang di kedua sisi tubuh yang disebut tangkup (*valve*) (Romimohtarto dan Juwana, 2001).

Cangkang terdiri dari dua bagian, kedua cangkang tersebut disatukan oleh suatu sendi elastis yang disebut *hinge* (terletak dipermukaan dorsal). Bagian dari cangkang yang membesar atau menggelembung dekat sendi disebut umbo (bagian cangkang yang umurnya paling tua). Pada umbo terdapat garis konsentrasi yang menunjukkan garis interval pertumbuhan dan sel epitel bagian luar dari mantel menghasilkan zat pembuat cangkang. Menurut Rusyana (2013) menyatakan bahwa cangkang terdiri dari 3 lapisan yaitu sebagai berikut:

a. Periostrakum.

Lapisan tipis paling luar yang terbuat dari bahan organik konkiolin, sering tidak ada pada bagian umbo.

b. Prismatic.

Lapisan bagian tengah yang terbuat dari kristal-kristal kapur (kalsium karbonat).

c. Nakreas.

Lapisan bagian dalam yang terbuat dari kristal-kristal kalsium karbonat dan mengeluarkan bermacam-macam warna jika terkena cahaya, sering juga disebut lapisan mutiara. Lapisan nakreas dihasilkan oleh seluruh permukaan mantel, sedangkan lapisan periostrakum dari lapisan prismatic dihasilkan oleh bagian tepi mantel.

2.4. *Glass Ionomer Cement (GIC)*

Glass Ionomer Cement (GIC) adalah material restorasi yang terdiri dari bubuk kaca dan larutan asam polialkenoat (Suprastiwi.hal 2). Material SIK restorasi yang pertama kali diperkenalkan oleh Wilson dan Kent pada tahun 1972 untuk digunakan sebagai bahan restorasi untuk gigi. Bahan ini terdiri dari bubuk kaca kalsium *alumino silikat* yang dikombinasikan dengan polimer dalam air atau asam. Material ini mampu berikatan secara fisiko kimia dengan jaringan gigi, memiliki koefisien termal yang sama dengan dentin, biokompabilitas yang baik dan dapat melepas *flour* yang berfungsi untuk mencegah karies pada gigi (Nagaraja, 2005 dan Yan, dkk, 2007). Saat berikatan kimia pada jaringan keras gigi dan melepaskan *fluoride* dalam waktu yang relatif lama, aplikasi modern *Glass Ionomer Cement (GIC)* telah diperluas. Diinginkan sifat semen ionomer kaca membuat bahan yang bermanfaat dalam pemulihan pembusukan gigi atau tulang di daerah yang mengalami kerusakan struktur seperti permukaan halus dan kecil dalam rongga anterior proksimal gigi primer.

Glass Ionomer Cement (GIC) atau lebih dikenal dengan nama lain semen ionomer kaca (SIK) lebih banyak mengandung *flour* dibandingkan kompomer dan

tidak memerlukan asam, sehingga relatif lebih aman digunakan untuk merestorasi gigi sulung maupun gigi tetap muda. Pelepasan *fluor* dari bahan restorasi dapat membantu proses remineralisasi email dan mencegah karies gigi.

Semen Ionomer Kaca (SIK) terdiri dari bubuk kalsium *fluoroalumino silicate* kaca yang mengandung *fluor* sekitar 12-18% dengan cairan asam poliakrilik kopolimer dan asam tartar (Wilson dan Leani, 1998; Baratieri, 1993; Suweo, 1995). Semen Ionomer Kaca (SIK) konvensional pertama kali diperkenalkan oleh Wilson dan Kent pada tahun 1972 sebagai semen yang mempunyai kelebihan dari pada semen silikat dan semen polikarboksilat (Schour, 1960). Bahan SIK konvensional kemudian dikembangkan menjadi SIK viskositas tinggi pada awal tahun 1990 yang didukung WHO sebagai jawaban atas kebutuhan akan bahan tumpatan dalam terapi restorasi otomatis (Davidson dan Mjor, 1999). Viskositas tinggi berarti mempunyai kekentalan yang tinggi dengan *flow* (arus listrik) yang rendah. Viskositas tinggi SIK diperoleh dari hasil penambahan asam poliakrilat pada bubuk dan distribusi butiran partikelnya lebih halus (Frankenberger, dkk, 1997).

Email terdiri dari 96% bahan anorganik, 4% bahan organik, air dan jaringan fibrosa. Bahan anorganik terdiri dari beberapa juta kristal hidroksiapatit. Tiap unit kristal terdiri dari kalsium, fosfat dan ion hidroksil dengan formula $(\text{Ca}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2)$ (Every. 1992, 1994). Tiap unit kristal hidroksiapatit sisanya adalah CO, Mg, Na, K, Fe, Cl, dan Fluor sekitar 0,02%. Email sebagian besar mengandung kristal hidroksiapatit sehingga dapat menyerap *fluor* yang dilepaskan

oleh SIK dengan membentuk suatu ikatan *fluoroapatit* yang lebih tahan terhadap asam (Moor dan Veebeeck, 1998).

Reaksi *setting* SIK merupakan reaksi asam basa antara bubuk kaca *alumino silicate* dengan asam poliakrilat. *Polyacid* (asam poliakrilik, asam itakonat dan asam tartar), kemudian bereaksi dengan kaca sehingga melepaskan ion *fluor*. Ion ini merupakan *kompleks metal fluor*, yang kemudian bereaksi dengan polianion untuk membentuk *salt gel* matriks. Ion Al^{3+} menyebabkan matriks resisten *flow*. Asam poliakrilik yang telah menempel pada stuktur email gigi kemudian berikatan dengan ion kalsium apatitit dan ion fosfat pada email dan dentin.

Serbuk kalsium asam-larut *fluoroaluminosilicate* mirip dengan silikat kaca, namun dengan rasio aluminium silikat yang lebih tinggi meningkatkan reaktivitas dengan cairan. Bagian *fluoride* bertindak sebagai *fluks* dari "keramik". Lantanum, strontium, seng oksida barium atau aditif memberikan radiopak. Zat aditif merupakan bahan yang ditambahkan dengan sengaja ke dalam bahan dalam jumlah kecil, dengan tujuan untuk memperbaiki tekstur dan memperpanjang daya simpan. Fusion bahan baku untuk membentuk kaca yang seragam dengan memanaskan pada suhu $1100^{\circ}C$ hingga $1500^{\circ}C$. Kaca adalah tanah menjadi bubuk memiliki bubuk partikel berkisar antara 15-50 μm . Menurut Moor dan Veebeeck (1998) menyatakan bahwa persentase bahan baku semen ionomer kaca adalah:

1. Silika 29%
2. Alumina 16,6%

3. Aluminium *Fluoride* 5,3%
4. Kalsium *Fluoride* 34,3%
5. Natrium *Fluoride* 5%
6. Aluminium Fosfat 9,9%

Salah satu keterbatasan utama dari semen ionomer kaca adalah kerentanannya terhadap fraktur. Bila dibandingkan dengan komposit dan amalgam, semen ionomer kaca lebih lemah dan kurang *rigid*. Kelemahan tampaknya berada pada matriks, yang bersifat mudah retak. Restorasi semen ionomer kaca dievaluasi pada lesi erosi abrasi, 83% menunjukkan ketahanan bahkan setelah 10 tahun. Tingkat kegagalan berkisar 0-70%, yang lebih diukur dari keterampilan dokter dari pada kualitas perlekatan bahan.

2.4.1. Kelebihan dan kekurangan GIC.

1) Kelebihan:

- a. Bahan tambal ini meraih popularitas karena sifatnya yang dapat melepas *fluor* yang sangat berperan sebagai anti karies, dengan adanya bahan tambal ini. Resiko kemungkinan untuk terjadinya karies sekunder di bawah tambalan jauh lebih kecil dibanding bila menggunakan bahan tambal lain.
- b. Biokompatibilitas bahan ini terhadap jaringan sangat baik (tidak menimbulkan reaksi merugikan terhadap tubuh). Material ini melekat dengan baik ke struktur gigi karena mekanisme perlekatannya adalah secara kimia yaitu dengan pertukaran ion antara tambalan dan gigi. Oleh karena itu pula, gigi tidak perlu diasah terlalu banyak seperti

halnya bila menggunakan bahan tambal lain. Pengasahan perlu dilakukan untuk mendapatkan bentuk kavitas yang dapat “memegang” bahan tambal.

2) Kekurangan :

- a. Kekuatannya lebih rendah bila dibandingkan bahan tambal lain, sehingga tidak disarankan untuk digunakan pada gigi yang menerima beban kunyah besar seperti gigi molar (geraham).
- b. Warna tambalan ini lebih *opaque*, sehingga dapat dibedakan secara jelas antara tambalan dan permukaan gigi asli. Tambalan *Glass Ionomer Cement* lebih mudah aus dibanding tambalan lain.

2.4.2. Sifat-sifat GIC.

Semen ionomer kaca menunjukkan sifat dan material yang sangat beragam, yaitu:

- a. Adhesi dan antikariogenik.

Semen ionomer kaca membantu dalam menyediakan pendekatan konservatif untuk restorasi dan perlekatan yang sempurna. Semen ionomer kaca juga memiliki sifat kariostatik karena pelepasan flourida jangka panjang, yang memberikan resistansi terhadap karies tidak hanya pada gigi yang direstorasi tetapi pada gigi sebelahnya pula. Pengaruh flourida ditemukan pada zona resistansi terhadap demineralisasi dengan ketebalan restorasi semen ionomer kaca sekitar 3 mm. Flourida berkontribusi terhadap penghambatan karies dalam lingkungan mulut dengan cara mekanisme fsikokimia dan biologis.

b. Estetik dan stabilitas dimensi.

Pada kelembaban tinggi, semen cenderung menyerap air dan meluas pada kelembaban rendah, terjadi penyusutan yang rendah. Semen ionomer kaca memiliki derajat translusensi karena kandungan kacanya. Translusensi tergantung pada pembentukannya. Translusensi meningkat seiring dengan usia semen. Resistansi terhadap *stein* (kaca) sebagian besar tergantung pada permukaan akhir yang baik. Warna tampaknya tidak terpengaruh pada cairan oral dibandingkan dengan komposit yang cenderung untuk menyerap warna.

c. Ketahanan dan kekuatan (*strength*).

Salah satu keterbatasan utama dari semen ionomer kaca adalah kerentanannya terhadap fraktur. Bila dibandingkan dengan komposit dan amalgam, semen ionomer kaca lebih lemah dan kurang *rigid*. Kelemahan tampaknya berada pada matriks, yang bersifat mudah retak. Menurut sebuah penelitian, restorasi semen ionomer kaca dievaluasi pada lesi erosi abrasi, 83% menunjukkan ketahanan bahkan setelah 10 tahun. Tingkat kegagalan berkisar 0-70%, yang lebih diukur dari keterampilan dokter dari pada kualitas perlekatan bahan.

d. Biokompabilitas SIK.

Biokompabilitas SIK mengindikasikan bahwa material ini dapat diterima oleh tubuh. Pengaruh yang merugikan dari semen ionomer kaca pada jaringan hidup adalah minimal, terdapat efek sakit diakibatkan oleh asam poliakrilat karena merupakan asam lemah, yang menjadi lemah

ketika sebagian dinetralkan. Asam ini tidak dapat berdifusi kedalam dentin karena berat molekul tinggi dan ikatan rantai yang kuat dan akan mengendap oleh ion kalsium.

2.5. Kekuatan Tekan (*Compressive Strength*)

Tekanan adalah gaya per unit daerah yang bekerja pada berjuta-juta atom atau molekul pada bidang tertentu suatu bahan, kecuali untuk keadaan melengkung tertentu, contoh dengan empat titik tekukan dan bentuk tertentu dari obyek tidak seragam, tekanan umumnya berkurang sebagai suatu fungsi jarak dari daerah gaya atau tekanan yang diaplikasikan. Suatu tekanan harus didefinisikan menurut jenis dan besarnya.

Tekanan juga didefinisikan sebagai gaya per satuan luas, dimana gaya F dipahami bekerja tegak lurus terhadap permukaan A . Tekanan atau *compressive Strength* adalah besarnya gaya persatuan luas permukaan dimana tempat gaya itu bekerja. Semakin besar gaya tekan yang diberikan ketika melakukan usaha, semakin besar pula tekanan yang terjadi. Namun, semakin besar luasbidang tekan suatu benda maka semakin kecil tekanan yang terjadi. Oleh karena itu, tekanan berbanding lurus dengan gaya tekan dan berbanding terbalikdengan luas bidang tekan. Secara matematis, besaran tekanan dapat dituliskan dalam persamaan sebagai berikut:

$$\text{Tekanan} = P = \frac{F}{A} \quad (2.1)$$

Satuan SI untuk tekanan adalah N/m^2 . Satuan ini mempunyai nama resmi Pascal (Pa), dimana $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$. Prinsip Pascal menyatakan bahwa tekanan yang

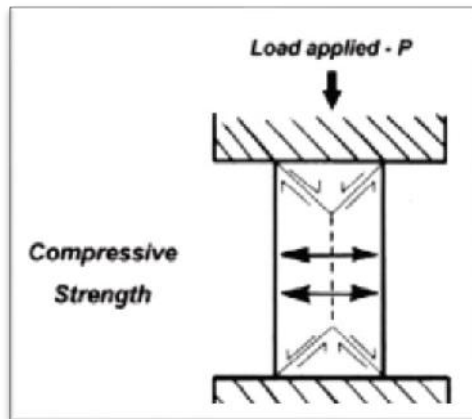
diberikan pada fluida dalam suatu tempat akan menambah tekanan keseluruhan dengan besar yang sama. Tekanan udara disuatu tempat tertentu sedikit bervariasi menurut cuaca. Pada permukaan laut, rata-rata tekanan atmosfer adalah $1,013 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ (atau $14,7 \text{ lb/in}^2$). Nilai ini digunakan untuk mendefinisikan suatu tekanan yang sering digunakan, atmosfer (atm) :

$$1 \text{ atm} = 1,013 \times 10^5 \text{ N/m}^2 = 101,3 \text{ kPa}$$

(Giancolli, 2001 ; hal:326-329).

Ukuran sampel dalam pengujian *compressive strength* umumnya mengikuti ADA *specification* No. 661 *for dental cement* yaitu 12 mm untuk tinggi dan 6 mm untuk diameter atau mengikuti ISO yaitu 6 mm untuk tinggi dan 4 mm untuk diameter. Pada penelitian Mallmann *et al* (2007) menegaskan bahwa penggunaan spesimen dengan ukuran lebih kecil ($6\text{mm} \times 4\text{mm}$) lebih tepat untuk pengujian sifat mekanik SIK.

Uji kekuatan tekan (*compressive strength*) merupakan tes yang biasa dilakukan untuk menentukan sifat-sifat mekanik dari SIK. Bahan yang rentan pecah secara partikel, uji tarik sulit untuk dilakukan. Sebuah alternatif uji kekuatan tekan (*compressive strength*) lebih mudah dilakukan terhadap bahan yang rentan pecah. Konfigurasi dari uji *compressive strength* seperti pada gambar 2.9, terlihat sampel diberikan gesekan pada titik yang berkontak dengan bahan silinder yang diuji.



Gambar 2.9. Skema ilustrasi dari *Compressive Strength*.
(Sumber : Mallmann *et al*, 2007)

Tabel 2.1. Data hasil karakterisasi semen gigi dari ZnO Eugenol yang disusun dari nanopartikel.

Jenis sampel (gram)	Kekerasan (kgf/mm ²)	Kekuatan Tekan (MPa)
0,4	56,35	0,069
0,45	68,11	0,15
0,5	76,93	0,1519
0,55	150,92	0,4333
0,6	167,58	0,6207

(Sumber : Mallmann *et al*, 2007)

Tabel 2.2. Data hasil karakterisasi semen gigi dari ZnO Eugenol yang disusun dari mikropartikel.

Jenis sampel (gram)	Kekerasan (kgf/mm ²)	Kekuatan Tekan (MPa)
0,4	126,91	0,278
0,45	118,09	0,2288
0,5	112,21	0,1836
0,55	93,1	0,1701
0,6	73,99	0,1289

(Sumber : Mallmann *et al*, 2007,)

Uji kompresi merupakan alternative uji kekuatan selain uji tensile. Pada material yang rapuh untuk menentukan kekuatan dengan cara memberikan beban pada material. Kompresi digunakan untuk menentukan batas elastis, proporsional limit, titik luluh, kekuatan luluh, dan untuk beberapa bahan kekuatan tekan. Kekuatan tekan ini digunakan untuk membandingkan material yang rapuh dan lemah pada tegangan. Material yang dibandingkan tersebut biasanya adalah dental amalgam, resin komposit, dan semen. Persyaratan utama untuk setiap bahan restorasi adalah mempunyai kekuatan yang cukup untuk melawan fraktur bahkan daerah yang kecil sekalipun, terutama pada bagian tepi, mempercepat terjadinya korosi, karies sekunder, dan kegagalan klinis lebih lanjut (Juwono, Ed, 2004).

Berikut adalah perbandingan antara beberapa material kedokteran gigi, diantaranya adalah :

Tabel 2.3. Nilai perbandingan *Compressive strength* beberapa material kedokteran gigi.

Material	<i>Compressive strength</i> (MPa)
Enamel	384
Dentin	297
Amalgam	189
<i>Calcium hydroxide</i>	8
<i>Feldspathic porcelain</i>	149
<i>High-strength stone</i>	81
<i>Resin composite</i>	225
<i>Zink phosphat cement</i>	110

(Sumber: Van Nort, 2007)

Contoh tekanan kompresi dalam aplikasi kedokteran gigi, antara lain uji tekanan pada mahkota jembatan dan pembuktian bahwa dalam kondisi *gips* lebih banyak air maka kekuatan kompresi semakin rendah (Van Nort, 2007).

Compressive dan *tensile strength* adalah *stress* maksimum yang dapat diterima oleh suatu bahan dalam bentuk *compressive* atau tegang tanpa terjadi fraktur. *Stress* adalah gaya internal perluas suatu bahan, gaya ini sama besarnya tetapi berlawanan arah dengan gaya yang diberi perluas permukaan (Combe, 1992). Menurut Philips (1992) *strength* adalah *stress* maksimum yang dibutuhkan untuk mematahkan suatu bahan. *Strength* dikatakan *tensile strength*, *compressive strength* atau *shear strength* tergantung dari tipe *stress* yang dominan.

2.6. Sifat Kekuatan

Kekuatan adalah tekanan yang dapat menyebabkan fraktur atau sejumlah deformasi plastis tertentu. Menurut Kenneth, J (2003, hal.48; 60) menyatakan bahwa kekuatan suatu bahan dapat digambarkan dengan satu atau lebih sifat berikut :

1. Batas kesetimbangan, tekanan yang bila melebihi nilai tersebut tidak lagi seimbang dengan regangan.
2. Batas estetik, tekanan maksimal yang dapat ditahan suatu bahan sebelum bahan tersebut mengalami deformasi plastis.
3. Kekuatan luluh atau tahan tekanan, tekanan yang dibutuhkan untuk menghasilkan suatu regangan plstis tertentu.

4. Kekuatan tarik puncak, kekuatan geser, kekuatan kompresi dan kekuatan fleksural, masing-masing adalah ukuran tekanan yang diperlukan untuk mematahkan suatu bahan.

Kekuatan bukanlah suatu ukuran dari daya tarik atau daya tolak antar-atom, melainkan suatu ukuran gaya antar-atom bersama-sama pada keseluruhan kawat, silinder, implan, mahkota tiruan, pasak atau struktur apapun yang terkena tekanan (Kenneth, J : 2003, hal.48;60).

Peningkatan tekanan terlokalisasi dapat juga berasal dari faktor lain selain goresan mikroskopik pada permukaan atau di bagian dalam suatu bahan. Menurut Kenneth, J : 2003 menyatakan bahwa area dengan konsentrasi tekanan tinggi bisa disebabkan oleh salah satu atau beberapa faktor berikut :

- a. Goresan permukaan atau goresan dalam yang besar, seperti porositas, kekerasan, pengasahan dan kerusakan waktu dimensi.
- b. Perubahan bentuk yang tajam seperti titik perlekatan lengan cengkeram pada rangka logam gigi tiruan sebagian atau sudut internal yang tajam pada garis sudut pulpa-aksial dari preparasi gigi untuk restorasi amalgam.
- c. Regio antar-muka dari struktur yang akan direkatkan dimana modulus elastik kedua komponen tersebut amat berbeda.
- d. Regio antar-muka dari struktur yang akan direkatkan, yang koefisien ekspansi atau kontraksi termalnya amat berbeda antar kedua komponen tersebut.
- e. Beban diaplikasikan pada suatu titik pada permukaan bahan yang rapuh.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

3.1.1. Waktu.

Penelitian ini dilakukan pada bulan Agustus-Oktober 2017.

3.1.2. Tempat.

Tempat yang akan dilakukan penelitian ini adalah di Laboratorium Mekanik, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar-Sulawesi Selatan.

3.2. Alat dan Bahan

3.2.1. Alat.

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah :

- a. *Universal testing mechine* (Italia)
- b. Ayakan 230 mesh
- c. Neraca analitik
- d. Jangka sorong
- e. Alat penumbuk cangkang kerang
- f. Pembungkus nasi
- g. Wadah
- h. Lem korea
- i. Label
- j. Sarung tangan karet

- k. Masker
- l. Tabung reaksi
- m. Lakban
- n. Gunting
- o. Plastik tempat foto

3.2.2. Bahan.

Bahan yang akan digunakan pada penelitian ini adalah :

- a. Limbah cangkang kerang darah
- b. Larutan *polyacrylic-acid* (GC Fuji IX, Japan)
- c. Pasta gigi (*Pepsodent*)
- d. Plastik sedotan minuman (diameter 4 mm dan diameter 8,50 mm)
- e. Cetakan bentuk gigi (diameter 7 mm dan panjang 11,82 mm)
- f. Tissue
- g. Pulpen

3.3. Prosedur Kerja

3.3.1. Tahap persiapan sampel.

1. Membersihkan limbah cangkang kerang dengan air bersih.
2. Menyikat kerak pada cangkang kerang hingga bersih.
3. Meniriskan cangkang kerang yang telah bersih diatas wadah yang berlubang-lubang.
4. Menumbuk kasar cangkang kerang dengan palu.
5. Menumbuk kembali cangkang kerang dengan penumbuk batu hingga mudah untuk diayak.

6. Mengayak cangkang kerang dengan menggunakan ayakan 230 mesh.
7. Menyimpan cangkang kerang yang telah halus dalam wadah tertutup.

3.3.2. Tahap pembuatan sampel pengujian.

1. Menimbang bubuk kerang sebanyak 0,143 g.
2. Membagi bubuk kerang menjadi 2 bagian yaitu sebesar 0,0175 g setiap bagiannya diberi 1 tetes cairan asam poliakrilik. Kemudian, pengadukan dimulai dengan mencampur setengah dari bubuk dan cairan dengan gerakan memutar menggunakan ujung pipet sedotan minuman dengan diameter 8,50 mm.
3. Mencampur bubuk dengan gerakan memutar agar partikel-partikel bubuk secara perlahan-lahan akan terbasahi tanpa tersebar.
4. Pengadukan berkisar 20-30 detik.

3.3.3. Tahap pengujian kuat tekan sampel.

1. Memasukkan sampel kedalam cetakan sampel dan dipadatkan. Cetakan sampel terbuat dari plastik pipet berbentuk sedotan minuman (diameter 4 mm, tinggi 6 mm dan diameter 8,50 mm, tinggi 10 mm) dengan alas pipet sedotan minuman yang telah digunting, kemudian lem dengan menggunakan lem korea.
2. Melem sampel yang telah tertutup bagian atas dan bawah dan didiamkan selama 24 jam hingga mengeras.
3. Melepaskan sampel dari cetakan dan kemudian dikeringkan dibawah sinar matahari selama 3 hari.

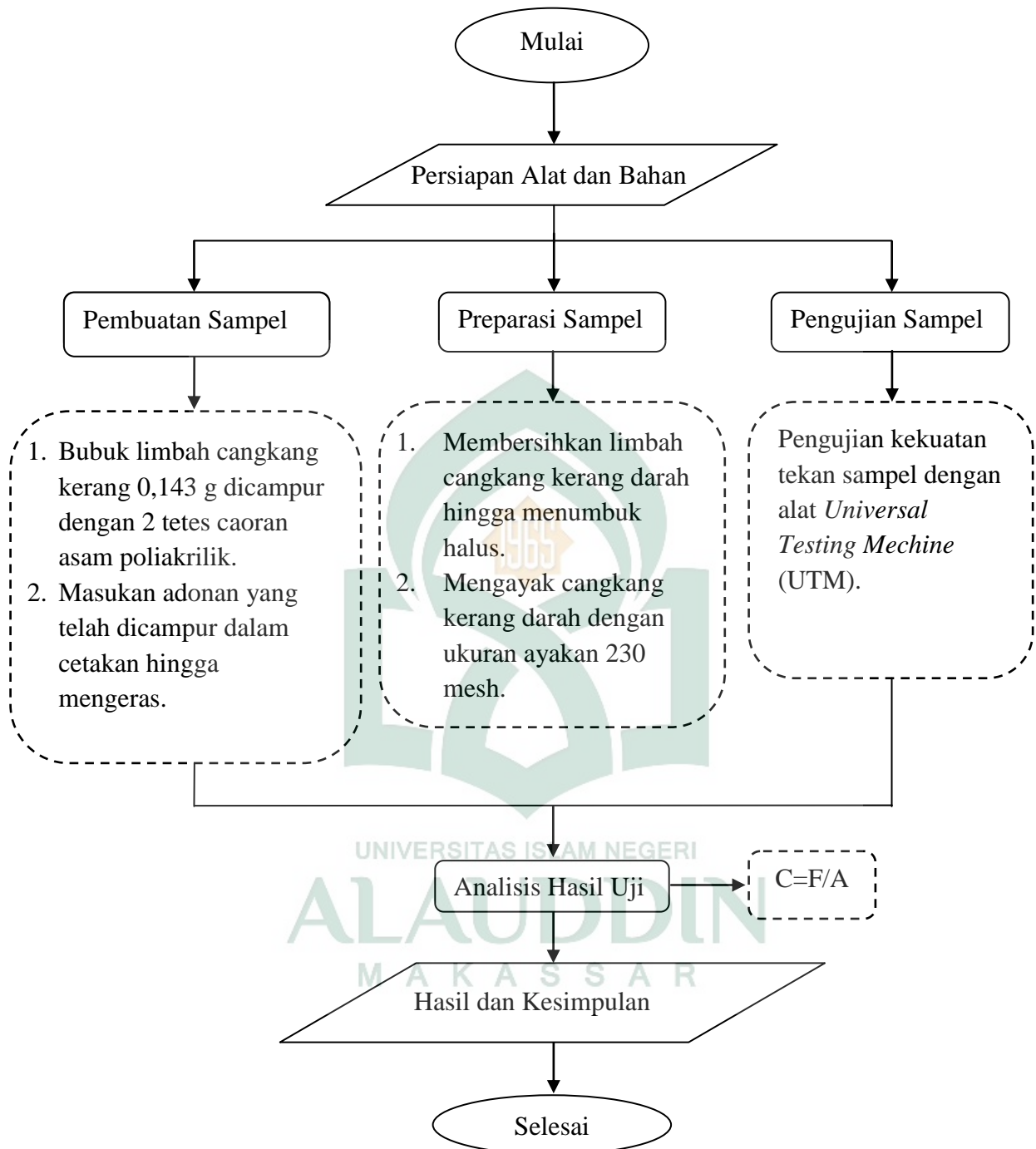
4. Mengeringkan sampel selama 3 hari akan diuji dengan menggunakan alat uji *Universal Testing Mechine* dengan beban 20 kN atau 20×10^3 N.

3.4. Tabel Pengukuran

Tabel 3.1. Tabel pengukuran masing-masing sampel.

Kode sampel	Komposisi	Uji kuat tekan (N/mm ²)
A	Diameter 4 mm dan tinggi 6 mm (tanpa pasta gigi)	
B	Diameter 4 mm dan tinggi 6 mm (penambahan pasta gigi 2%)	
C	Diameter 4 mm dan tinggi 6 mm (penambahan pasta gigi 5%)	
D	Diameter 4 mm dan tinggi 6 mm (penambahan pasta gigi 10%)	
E	Diameter 8,50 mm dan tinggi 10 mm (tanpa pasta gigi)	
F	Diameter 8,50 mm dan tinggi 10 mm (penambahan pasta gigi 20%)	
G	Diameter 7 mm dan tinggi 11,82 mm (tanpa pasta gigi)	
H	Diameter 7mm dan tinggi 11,82 mm (penambahan pasta gigi 50%)	

3.5. Diagram alir



Gambar 3.1. Diagram alir penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian

Telah dilakukan penelitian pembuatan semen tambal gigi dari komponen powder limbah cangkang kerang darah (*anadara granosa*). Pada pembuatan semen tambal gigi terdiri dari tiga tahap yaitu tahap penghancuran limbah cangkang kerang hingga menjadi bubuk, tahap pembuatan sampel uji, dan tahap pengujian kekuatan tekan oleh sampel uji yang telah dibuat. Pada tahap pembuatan sampel uji dibuat dengan mencampurkan bubuk dan larutan asam poliakrilik dan dimasukkan kedalam cetakan sampel, kemudian didiamkan selama 24 jam dan dijemur selama 3 hari dibawah sinar matahari.

Pada penelitian ini membuat 8 sampel uji. Dari 8 sampel uji terdapat 3 diameter dan tinggi yang berbeda-beda, diantaranya yaitu diameter 4 mm dan tinggi, diameter 8,50 mm dan tinggi 10 mm, dan diameter 7 mm dan tinggi 11,91 mm. Sampel dengan diameter 4 mm dan tinggi 6 mm terdapat 4 sampel diantaranya adalah 1 sampel memiliki komposisi bubuk limbah cangkang kerang darah dan asam poliakrilik, sementara 3 sampel yang lain yaitu memiliki komposisi bubuk limbah cangkang kerang darah, asam poliakrilik, dan pasta gigi dengan variasi konsentrasi pasta gigi 2%, 5%, dan 10%.

Sampel dengan diameter 8,50 mm dan tinggi 10 mm terdapat 2 sampel uji, dengan 1 sampel memiliki komposisi bubuk limbah cangkang kerang darah dan asam poliakrilik, serta 1 sampel memiliki komposisi bubuk limbah cangkang

kerang darah, asam poliakrilik, dan pasta gigi dengan konsentrasi pasta gigi yaitu 20%. Sampel dengan bentuk menyerupai gigi manusia dengan diameter 7 mm dan tinggi 11,91 mm terdapat 2 sampel uji. Sampel 1 memiliki komposisi bubuk limbah cangkang kerang darah dan asam poliakrilik dan 1 sampel memiliki komposisi bubuk limbah cangkang kerang darah, asam poliakrilik, dan pasta gigi, dengan konsentrasi pasta gigi 50%.

4.2. Pembahasan

Pembuatan semen tambal gigi berasal dari bubuk limbah cangkang kerang darah dengan pencampuran asam poliakrilik (GC Fuji IX, *Made In Japan*) dan tambahan pasta gigi untuk memperoleh kadar florida untuk menambah kekuatan tekan pada semen gigi ini. Banyaknya sampel yaitu 8 buah dengan ukuran diameter dan tinggi yang berbeda-beda.

Cetakan sampel uji yang digunakan adalah pipet atau sedotan minuman, dengan parameter terukur yaitu gaya tekan maksimum (F) yang diukur dengan *Compression testing*, selanjutnya mengukur dan menghitung luas permukaan sampel uji, berdasarkan dari data yang diperoleh maka dapat ditentukan nilai kekuatan tekan semen gigi ($C=F/A$), dimana C adalah nilai kekuatan tekan (N/mm^2), F adalah besarnya beban tekan maksimum pada saat semen gigi retak yang ditunjukkan pada alat UTM (N), dan A adalah luas penampang cetakan sampel uji ($A = \pi r^2$) dalam satuan mm^2 .

Berikut adalah hasil perhitungan nilai uji kekuatan tekan dan luas penampang masing-masing sampel uji :

Tabel 4.1. Nilai kuat tekan semen gigi dengan campuran pasta gigi dan tanpa campuran pasta gigi.

(Beban = 20 kN = 20 x 10³N)

Nama Sampel	d (mm)	A (mm ²)	F (N)	C (N/mm ²)
A	5,7	25,505	89,5	3,51
B	4,45	15,545	148	9,521
C	4,45	15,545	119,5	7,687
D	4,8	18,086	100	5,529
E	7,6	45,342	320	7,057
F	7,4	42,987	240	5,583
G	7	38,465	300	7,799
H	7,4	42,987	220	5,118

Keterangan:

d = diameter sampel uji (mm)

A = luas penampang cetakan sampel uji (mm²)

F = besarnya gaya beban tekan maksimum pada saat semen gigi retak (N)

C = besarnya nilai kekuatan tekan (N/mm²)

Berdasarkan tabel 4.1 menunjukkan nilai uji kekuatan tekan. Berdasarkan nilai kekuatan diatas menunjukkan bahwa nilai kekuatan tekan yang paling tinggi berada pada sampel B yaitu dengan komposisi limbah cangkang kerang 0,143 g, 2 tetes cairan asam poliakrilik, dan campuran pasta gigi sebanyak 2% adalah 9,521 N/mm². Nilai kekuatan tekan yang terendah yaitu pada sampel A dengan komposisi limbah cangkang kerang darah 0,143 g dan 2 tetes cairan asam poliakrilik adalah 3,51 N/mm².

Menurut standar untuk dental semen gigi menurut ANSI/ADA No.96 (ISO 9917), nilai uji kekuatan tekan diatas tidak memenuhi standar yang telah ada.

Menurut hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Chusnul Chotimah dengan judul “Perbedaan kekuatan tekan *fissure sealant* berbasis resin pada gigi sulung dan gigi permanen” menunjukkan bahwa nilai kekuatan yang terbesar yaitu 3,25 MPa dengan nilai gaya beban tekan (F) adalah 13 N. Hal tersebut disebabkan oleh perbedaan kandungan email pada gigi sulung dan gigi permanen yang akan mempengaruhi kekuatan tekan yang dihasilkan. Pada artikel yang telah dituliskan oleh Suharto dan Muhammad Amin dengan judul “Karakteristik kuat tekan semen gigi berbasis porselen sebagai bahan baku industri kesehatan gigi” mengungkapkan bahwa nilai kuat tekan dapat berpengaruh pula pada struktur kimia penyusun dari suatu bahan. Apabila semakin tinggi kandungan silika (SiO_2) maka semakin besar nilai kuat tekan, sebaliknya apabila semakin tinggi kandungan kalsium oksida (CaO) maka nilai kuat tekan akan semakin rendah.

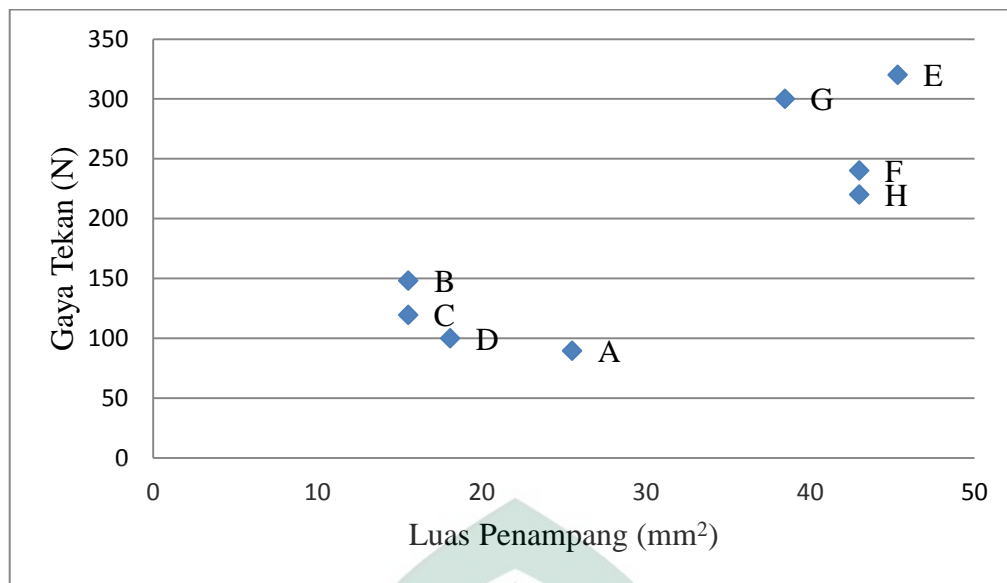
Menurut penelitian Yulis Cahya, dkk yang berjudul “Kajian pengaruh penambahan kalsium oksida (CaO) terhadap suhu reaksi dan kuat tekan semen portland” menyatakan bahwa dengan jumlah kalsium oksida yang lebih tinggi maka kandungan senyawa $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ di dalam semen juga akan meningkat. Hal tersebut membuat bertambahnya kalsium hidroksida yang dilepaskan oleh semen ketika semen bereaksi dengan air, dengan semakin banyaknya kalsium hidroksida yang terbentuk maka daya rekat semen akan berkurang sehingga struktur di dalamnya akan lemah dan menyebabkan kuat tekannya rendah.

Menurut penelitian Vanessa, dkk (2015) dengan judul “Gambaran kekuatan tekan bahan tumpatan semen ionomer kaca yang direndam dalam minuman beralkohol” dengan menggunakan GIC tipe II menunjukkan bahwa nilai rata-rata

uji tekanan pada perendaman minuman beralkohol 5% sebesar 2,84 MPa, pada perendaman minuman beralkohol 10% sebesar 3,36 MPa, dan pada perendaman minuman beralkohol 40% nilai kekuatan tekan yang dihasilkan sebesar 4,5 MPa, serta pada rendaman aquades nilai kekuatan tekan yang dihasilkan sebesar 2,58 MPa. Hal ini disebabkan karena beberapa faktor selama penelitian dilakukan diantaranya yaitu cetakan terbuat dari pipet plastik elastis menyebabkan bentuk sampel silinder tidak sempurna, volume cetakan tidak semua sama karena berpengaruh pada saat pencampuran bubuk dan cairan yang berbeda-beda, jarak pemberian cairan diatas bubuk tidak semua sama sehingga hasil cetakan sampel tidak homogen dengan baik dan tidak berbentuk silinder dengan sempurna.

4.2.1. Hubungan antara gaya beban tekan (N) pada saat sampel retak dengan luas penampang (mm^2) sampel.

Hasil pengujian kekuatan tekan semen gigi dengan sampel uji sebanyak 8 sampel, diantaranya sampel dengan diameter 4 mm dan tinggi 6 mm sebanyak 4 sampel uji dengan variasi komposisi pasta gigi yaitu 0%, 2%, 5%, dan 10%. Sampel dengan diameter 8,50 mm dan tinggi 10 mm terdapat 2 sampel uji dengan variasi komposisi pasta gigi 0% dan 20%. Sampel pembanding yaitu sampel dengan ukuran cetakan diameter 7 mm dan tinggi 11,91 mm dengan variasi komposisi pasta gigi 0% dan 50%. Berikut adalah grafik hubungan antara luas penampang (mm^2) sampel dan gaya beban tekan (N) pada saat sampel retak :



Grafik 4.1. Hubungan antara gaya tekan (N) dengan luas penampang (mm²)

Keterangan :

- A = Bubuk limbah cangkang kerang darah dan cairan asam poliakrilik.
- B = Bubuk limbah cangkang kerang darah, asam poliakrilik, dan 2% pasta gigi.
- C = Bubuk limbah cangkang kerang darah, asam poliakrilik, dan 5% pasta gigi.
- D = Bubuk limbah cangkang kerang darah, asam poliakrilik, dan 10% pasta gigi.
- E = Bubuk limbah cangkang kerang darah dan cairan asam poliakrilik.
- F = Bubuk limbah cangkang kerang darah, asam poliakrilik, dan 20% pasta gigi.
- G = Bubuk limbah cangkang kerang darah dan cairan asam poliakrilik.
- H = Bubuk limbah cangkang kerang darah, asam poliakrilik, dan 50% pasta gigi.

Berdasarkan grafik 4.1 yaitu grafik hubungan antara luas penampang (A) dan gaya beban tekan maksimum menunjukkan bahwa sampel yang memiliki nilai gaya beban tekan paling tinggi adalah pada sampel E yang memiliki diameter 7,6 mm dan komposisi bahan yaitu bubuk limbah cangkang kerang 0,5005 g dan 7 tetes cairan asam poliakrilik dengan ukuran cetakan sampel yaitu 8,50 mm untuk diameter dan tinggi 10 mm yaitu 320 N.

Menurut Anusavice (1994) menyatakan kekuatan kunyah tiap individu berbeda-beda, rerata gaya kunyah maksimal yang dapat diterima sekitar 756 N. Pada grafik 4.1 nilai gaya tekan yang tertinggi berada pada diameter 7,6 mm dan

luas penampang $45,342 \text{ mm}^2$ yaitu 320 N. Komposisi pada nilai tersebut adalah bubuk limbah cangkang kerang darah dan asam poliakrilik, dengan ukuran cetakan yaitu 8,50 mm untuk diameter dan 10 mm untuk tinggi.

Nilai gaya tekan yang terendah pada grafik 4.1 adalah sampel dengan diameter 5,7 mm luas penampang $25,505 \text{ mm}^2$ yaitu 89,5 N. Komposisi pada nilai tersebut adalah bubuk limbah cangkang kerang darah dan asam poliakrilik dengan ukuran cetakan adalah 4 mm untuk diameter dan 6 mm untuk tinggi. Pada penelitian yang telah dilakukan menunjukkan nilai diameter sampel yang bervariasi setelah sampel didiamkan hingga mengeras dan berikut dijemur dibawah sinar matahari selama 3 hari.

Pada grafik 4.1 grafik hubungan antara luas penampang dan gaya tekan. Sampel yang memiliki nilai gaya tekan tertinggi terdapat pada sampel E dengan komposisi sampel adalah bubuk limbah cangkang kerang 0,5005 g dan 7 tetes cairan asam poliakrilik dengan ukuran cetakan sampel yaitu 8,50 mm untuk diameter dan tinggi 10 mm yakni 320 N. Sampel berikutnya yaitu pada sampel G dengan komposisi sampel adalah bubuk kerang darah 0,286 g dan 4 tetes cairan asam poliakrilik dengan ukuran cetakan sampel yaitu 7 mm untuk diameter dan 11,91 mm untuk tinggi yakni 300 N. Sampel berikutnya adalah sampel F dengan komposisi sampel yaitu bubuk limbah cangkang kerang 0,5005 g, 7 tetes cairan asam poliakrilik dan pasta gigi 20% dengan ukuran cetakan sampel yaitu 8,50 mm untuk diameter dan tinggi 10 mm yakni 240 N. Sampel berikutnya adalah sampel H dengan komposisi sampel adalah bubuk kerang darah 0,286 g dan 4 tetes cairan

asam poliakrilik dengan ukuran cetakan sampel yaitu 7 mm untuk diameter dan 11,91 mm untuk tinggi yakni 220 N.

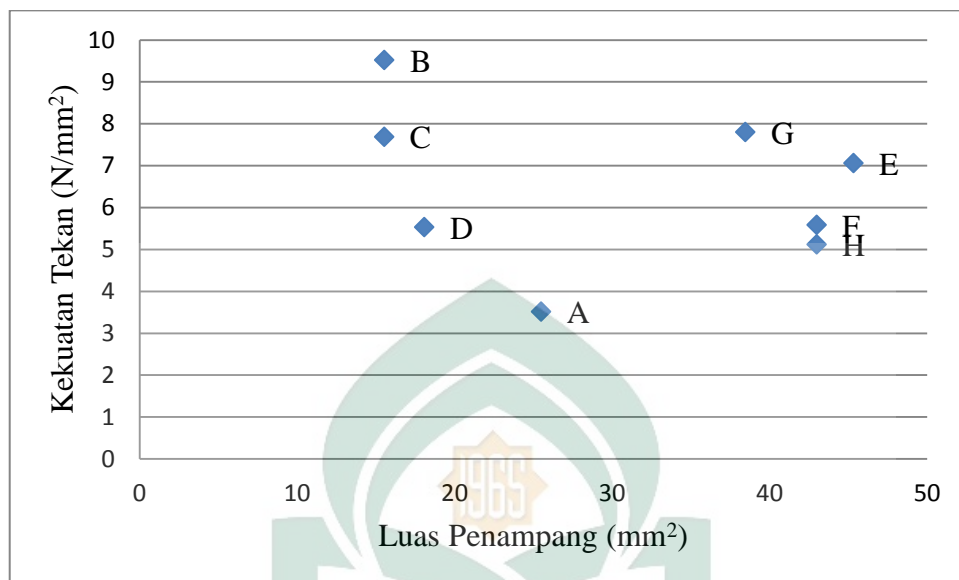
Sampel dengan ukuran cetakan 4 mm untuk diameter dan 6 mm untuk tinggi memiliki nilai gaya tekan yang bervariasi. Sampel yang memiliki nilai gaya tekan tertinggi yaitu sampel B dengan komposisi bubuk limbah cangkang kerang darah yaitu 0,143 g, 2 tetes cairan asam poliakrilik dan 2% pasta gigi yakni 148 N. Sampel berikutnya yaitu sampel C dengan komposisi bubuk limbah cangkang kerang darah yaitu 0,143 g, 2 tetes cairan asam poliakrilik dan 5% pasta gigi yakni 119,5 N. Sampel berikutnya yaitu sampel D dengan komposisi bubuk limbah cangkang kerang darah yaitu 0,143 g, 2 tetes cairan asam poliakrilik dan 10% pasta gigi yakni 100 N. Sampel berikutnya yaitu sampel A dengan komposisi bubuk limbah cangkang kerang darah yaitu 0,143 g dan 2 tetes cairan asam poliakrilik yakni 89,5 N.

Beberapa sampel memiliki nilai gaya tekan yang masing-masing berbeda. Nilai-nilai tersebut muncul disebabkan karena adanya perubahan ukuran pada sampel pada saat akan dilakukan uji tekan pada alat UTM, diantaranya yaitu perubahan diameter pada saat sampel telah mengeras, karena sampel bersifat elastis. Oleh karena itu, ukuran cetakan dan sampel yang telah mengerasakan berbeda diameter dari ukuran cetakan sebelumnya dan terdapat pula porositas pada masing-masing sampel uji.

4.2.2. Hubungan antara kekuatan tekan (N/mm^2) dengan luas penampang (mm^2).

Pada penelitian ini, nilai kekuatan tekan yang tertinggi adalah 9,521 N/mm^2 , pada sampel B yang berdiameter 4,45 mm dan luas penampang 15,545

mm² dengan komposisi sampel yaitu bubuk limbah cangkang kerang darah, cairan asam poliakrilik dan tambahan pasta gigi sebanyak 2% atau 0,02 g dengan ukuran cetakan sampel yang berdiameter 4 mm dan tinggi 6 mm.



Grafik 4.2. Hubungan antara kekuatan tekan (N/mm²) dengan luas penampang (mm²).

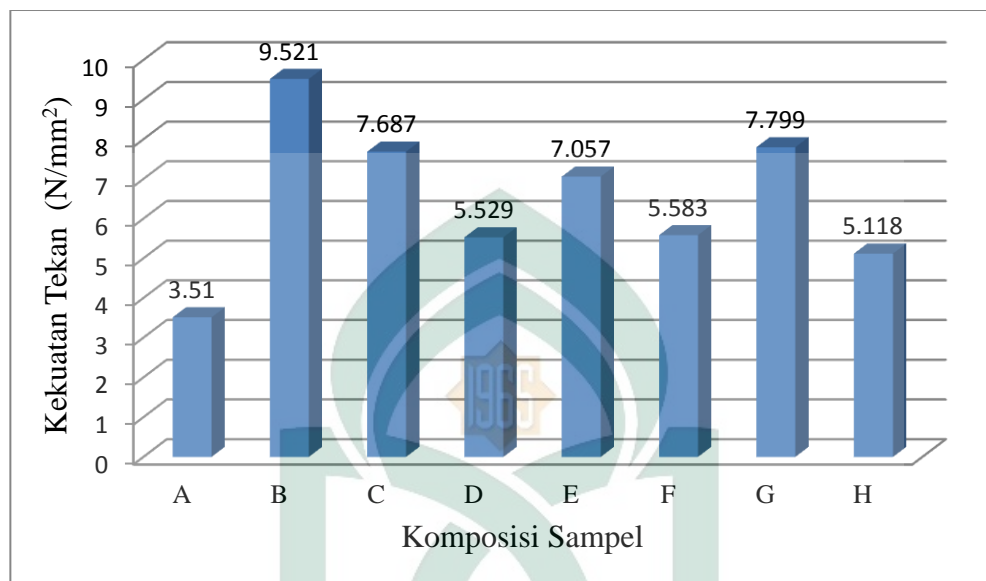
Keterangan :

- A = Bubuk limbah cangkang kerang darah dan cairan asam poliakrilik.
- B = Bubuk limbah cangkang kerang darah, asam poliakrilik, dan 2% pasta gigi.
- C = Bubuk limbah cangkang kerang darah, asam poliakrilik, dan 5% pasta gigi.
- D = Bubuk limbah cangkang kerang darah, asam poliakrilik, dan 10% pasta gigi.
- E = Bubuk limbah cangkang kerang darah dan cairan asam poliakrilik.
- F = Bubuk limbah cangkang kerang darah, asam poliakrilik, dan 20% pasta gigi.
- G = Bubuk limbah cangkang kerang darah dan cairan asam poliakrilik.
- H = Bubuk limbah cangkang kerang darah, asam poliakrilik, dan 50% pasta gigi.

Pada grafik 4.2 nilai kekuatan tekan (N/mm²) yang terendah berada pada sampel C dengan diameter 5,7 mm dan luas penampang 25,505 mm² yaitu 3,51 N/mm², dengan komposisi bahan adalah bubuk limbah cangkang kerang dan cairan asam poliakrilik dengan ukuran cetakan sampel berdiameter 4 mm dan tinggi 6 mm. Menurut teori, salah satu keterbatasan utama dari semen ionomeroer

kaca adalah kerentanannya terhadap fraktur. Jika dibandingkan dengan komposit dan amalgam, semen ionomer kaca lebih lemah dan kurang *rigid*. Kelemahan tampaknya berada dalam matriks, yang bersifat mudah retak.

4.2.3. Hubungan antara kekuatan tekan (N/mm^2) dengan komposisi sampel.



Grafik 4.3. Hubungan antara kekuatan tekan (N/mm^2) dengan komposisi sampel.

Berdasarkan grafik diatas, menuntukan bahwa nilai kekuatan tekan yang terendah yaitu sampel A dengan komposisi bubuk limbah cangkang kerang darah 0,143 g dan 2 tetes cairan asam poliakrilik dengan nilai kekuatan tekan yaitu 3,51 N/mm^2 . Nilai yang memiliki kekuatan tekan tertinggi adalah sampel B dengan komposisi bubuk limbah cangkang kerang darah 0,143 g, 2 tetes cairan asam poliakrilik dan 2% pasta gigi dengan nilai kekuatan tekan yakni 9,521 N/mm^2 .

Pada grafik 4.3, sampel dengan nilai kekuatan tekan yang tertinggi yaitu sampel B, karena sampel B memiliki diameter tidak jauh dari ukuran cetakan sampel yang telah ditentukan. Sampel yang memiliki nilai kekuatan tekan yang terendah yaitu pada sampel A, karena pada sampel A memiliki diameter yang jauh

dari ukuran cetakan sampel yang telah ditentukan sebelumnya sehingga memiliki nilai kekuatan tekan yang sangat rendah.

Menurut Kenneth, J (2003) menyatakan bahwa area dengan konsentrasi tekanan yang tinggi bisa disebabkan oleh salah satu atau beberapa faktor yaitu goresan permukaan maupun goresan dalam yang besar (porositas), perubahan bentuk yang tajam, regio antar-muka dari struktur yang akan direkatkan, dan beban yang diaplikasikan pada suatu titik pada permukaan bahan yang rapuh.



BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh bahwa nilai kekuatan tekan yang tertinggi terdapat pada sampel B yaitu $9,521 \text{ N/mm}^2$ dengan komposisi sampel adalah limbah bubuk kerang darah $0,143 \text{ g}$, 2 tetes cairan asam poliakrilik dan 2% pasta gigi, sedangkan sampel yang memiliki nilai kekuatan tekan terendah terdapat pada sampel A yaitu $3,51 \text{ N/mm}^2$ dengan komposisi sampel adalah limbah bubuk kerang darah $0,143 \text{ g}$ dan 2 tetes cairan asam poliakrilik.

5.2. Saran

Berdasarkan kesimpulan diatas, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Kualitas semen dengan bubuk kerang perlu ditingkatkan dari metode preparasi sampel, pembuatan hingga pengujian sampel agar kepadatan sampel dan pencampurannya baik sehingga dapat memenuhi standar tumpatan semen dari standar ANSI/ADA No.96 (ISO 9917).
2. Penelitian selanjutnya yang dapat dilakukan yaitu dengan memakai alat dengan satuan kg, agar dapat membandingkan nilai dengan menggunakan alat dengan satuan N.

DAFTAR PUSTAKA

- Anusavice, Kenneth J. *Phillips : Buku Ajar Ilmu Bahan Kedokteran Gigi / Kenneth J. Anusavice ; alih bahasa, Johan Arif Biduman, susi Purwoko ; editor edisi bahasa indonesia, Lilian Juwono, --Ed.10. Jakarta : EGC, 2003.*
- Avery JK. *Essentials of Oral Histology and Embriology*. St.Louis. Mosby Co. 1992: 84-92.
- Avery JK. *Oral development histology*. 2ed. New York. Thieme Medical Pub. Inc. 1994: 282-95, 228-40.
- Baratieri LN. *Advance Operative Dentistry*. 2ed. Rio de Janeiro. Quintessence Editoria Ltd.1993: 167-240.
- Bertenshaw BW and Combe EC. 1973. *Studies on Polycarboxylate and Related Cement,I. Analysis of Cement Liquids*. J, Prosbed Dent,29 (217).
- Cerruti MG. *Characterization of bioactive glasses. Effect of the immersion in solutions that simulated body fluids*. PhD thesis in Chemical Science 2001-2004. University of Turin. Italy.
- Coleman N.J. and Nicholson J.W., *Inorganic glasses and ceramics for bone tissue engineering*, Education in Chemistry, 43 (2006) 156-160.
- Cotton, F. Albnert and Wilkinson, Geoffrey. *Basic Inorganic Chemistry*. John Willey & son, Inc,1976.
- David L. Heisman. 2005. *Fundamentals of Dental Materials*. Sweet Haven Publishing Series.
- Davidson CL dan Mjor IA, *Advances in Glass Ionomer Cement*. Chicago Quintessence Pub. 1999 : 15-46, 121-33.
- De Moor RJG dan Verbeeck RMH. *Effect of acetic acid on the fluoride release profiles of restorative Glass Ionomer cement*. *Dental Material*. 1998. 14; 261-8.
- Douglas, C. Giancolli. *Physics : Principles with Applications, Fifth Edition*. Jakarta : Erlangga, 2001.
- Emre B. *Biocompatibility of Retrograde root filling materials : a Review*. Aust. Endo. Journal, vol.34 issue 1.2007:p.30-35.

- Fan Y, Lu X. *A study of apatite formation on natural nano-hydroxyapatite/chitosan composite in simulated body fluid*. Fr. Matr. Sci.Ch.2008(2)1:p91-4.15
- Frankenberger R, Sindel J dan Kramer N. *Viscous Glass Ionomer cements; A new alternative to amalgam in primary dentition*. Quint Int. 1997; 28(10): 667-75.
- Ghufran, M. 2011. *Budidaya 22 Komoditas Laut untuk Konsumsi Lokal dan Ekspor*. Yogyakarta: Lily Publisher.
- Greenspan DC. *Development in Biocompatible Glass Compositions*. An MD&DI March 1999 Column, Spec Section.
www.devicelink.cm/mddi/archive/99/03/011.html.
- Hatton PV, Hurrell-Gillingham K, Brook IM. *Biocompatibility of Glass Ionomer Bone Cements*. J Dent 34(2006)598-601.
- Hench LL, Jones JR, Sepulveda P. *Bioactive Materials for Tissue Engineering Scaffolds*. p3-24.
- Hickel RA dan Folwaczny M. *Various Forms of Glass Ionomer and Compomers*. J. Op.Dent. 2001; 6:177-90.
- Ismiawati, I.D., 2009. *Analisis Sifat Mekanik dan Struktur Kristal Hidroksiapatit pada Enamel Gigi Akibat Paparan Laser Nd-YAG*. Skripsi Program S1 Fisika. Surabaya : UNAIR.
- John R.Cameron,dkk. 1999. *Physics Of The Body, second edition*. Medical Physics Publishing.
- Kawahara H, Imanishi Y, Oshima H. *Biological Evaluation on Glass Ionomer Cement*. J Dent Res. March 1979.vol 58 No 3: 1080-6.
- Kementrian Agama RI. *Alqur'an dan Terjemahnya*. Bandung : Medika, 2016.
- Ketac Nano GIC brochure, 3M.
- Katsir, Ibnu. *Tafsir Ibnu Katsir : Lubaabut Tafsir Min Ibni Katsir Jilid 2*. Bogor : Pustaka Imam asy-Syafi'i, 2003.
- Kong Y, Jie W, Yuan WC,et al. *A study on in vitro and in vivo bioactivity of nano hydroxyapatite/polymer biocomposite*. Chinese Science Bulletin, January 2007,vol.52(2)267-271.
- Mausavinasab M, Namazikhah S,Sarabi N, Jajarm HH, bidar M,Ghavamnasiri M. *Histopathology study on pulpa response to glass ionomer in human teeth*. CDA Journal. January 2008; vol 36 no 1: 51-55.

- Mount GJ. *Preservation and Rectoration of Tooth Structure*. London. Mosby Co. 1998: 69-92.
- Nagaraja UP, Kishore G. *Glass Ionomer Cement: The different Generations*. Trends Biomater. Artif Organs. Vol 18(2), Jan 2005: 158 – 165.
- N Jhamak, Sadrnezhaad SK, Ghader AB. *Bone Like Apatite Layer Formation on the New Resin Modified Glass Ionomer Cement*. J Mater Sci:MaterMed (2008)19:3507-3514.
- Ngo HC, Mount GJ, Intyre JM, Tuisuva J, Doussa RJV. *Chemical exchange between glassionomer restorations and residual carious dentin in permanent molars: An in vivo study*. Jour of Dents. 34. 2006. 608-613.
- Nicolodi L, Sjölander E, Olsson K. *Biocompatible Ceramics –An Overview of Applications and Novel Material*. KTH Nov I, 2004. P 4-12.
- Nofrizal, dkk. 2012. *Sintesis dan Karakterisasi Semen Gigi Berbasis Nanopartikel Zink Oxide*. Indonesian Journal of Materials Science, Edisi Khusus Material untuk Kesehatan 2012, hal : 11 – 14. ISSN : 1411-109
- Nourmohammadi J, Sadrnezhaad SK. *Bone-like apatite layer formation on the new resin-modified glass-ionomer cement*. J Mater Sci: Mater Med >2008,19: 3507-14.
- Robert G. Craig and John M. Power. 2002. *Restorative Dental Cement*, 1th. Ed. Mosby Company.
- Romimohtarto, K., dan Juwana, S. 2001. *Biologi Laut Ilmu Pengetahuan Tentang Biota Laut*. Jakarta: Djambatan.
- Rusyana, A. 2013. *Zoologi Invertebrata (Teori dan Praktek)*. Bandung: Alfabeta.
- Shihab, M.Quraish. *Tafsir Al-Misbah ; Pesan, Kesan dan Keserasian Alqur'an Jilid 6*. Jakarta : Lentera Hati, 2002.
- Schour I. The structure of enamel. In *Noye's oral histology and embryology*. 8 ed. Philadelphia, Lea & Febiger, 1960: 88-113.
- Suweto IS. *Penggunaan Bahan Sewarna Gigi Untuk Pencegahan Karies dan Restorasi Gigi Anak*. JKGUI Jakarta: FKG-UI Press, 1995: 2(3)33-9.
- Van Noort, Richard. 2007. *Introduction to Dental Materials*. London: Elsevier
- Viscosityat, 1996. http://www.spacegrant.hawaii.edu/class_acts/ViscosityTe.html.
- Wilson AD dan Mc Leani JW. *Glass Ionomer Cement*. Chicago Quentescence Pub. 1998: 21-30, 88-98.

Yan Z, Sidhu SK, Carrick TE, McCabe JF. *Response to thermal stimuli of glass ionomer cements*. *Dental Material*. 2007; 23: 597-600.

<https://id.wikipedia.org/wiki/Kerang>

<https://gigikusehatistimewa.wordpress.com/2014/10/11/dasar-dasar-pengenalan-gigi/>

http://ZatBesiDalamTubuhdanPenyerapannya_BiologiSel.html





Gambar 1. Alat uji kuat tekan UTM merk Galbini



Gambar 2. Neraca Digital



Gambar 3. Ayakan 230 mesh



Gambar 4. Jangka Sorong Digital



Gambar 5. Alat penumbuk batu



Gambar 6. Wadah penyimpanan cangkang kerang



Gambar 7. Sikat pembersih cangkang kerang



Gambar 8. Kertas Nasi



Gambar 9. Palu penumbuk kasar limbah cangkang kerang



Gambar 10. Lem Korea



Gambar 11. Label



Gambar 12. Lakban



Gambar 13. Gunting



Gambar 14. Sarung Tangan Karet



Gambar 15, plastik Tempat Foto



Gambar 16. Sedotan Minuman Plastik (ukuran diameter 8,50 mm)



Gambar 17. Sedotan Minuman Plastik (ukuran diameter 4 mm)



Gambar 18. Piring Tempat Sampel dijemur



Gambar 19. Masker



Gambar 20. Tabung Reaksi



Gambar 21. Cairan asam poliakrilik (GC Fuji IX 3,2 mL, Japan)



Gambar 22. Pasta gigi (merk *Pepsodent*)



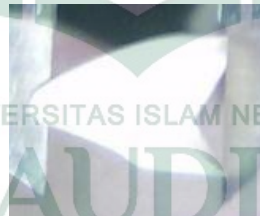
Gambar 23. Tissue



Gambar 24. Limbah cangkang kerang darah



Gambar 25. Pulpen



Gambar 26. Cetakan sampel bentuk gigi (ukuran diameter 7 mm)



Gambar 1. Limbah cangkang kerang dicuci dengan air bersih dan disikat



Gambar 2. Limbah cangkang kerang yang telah dicuci akan dibiarkan selama 5 hari hingga kering



Gambar 3. Cangkang kerang yang ditumbuk dengan menggunakan palu dengan alas kain



Gambar 4. Cangkang kerang yang telah ditumbuk kasar dengan menggunakan palu.



Gambar 5. Cangkang kerang yang ditumbuk halus dengan menggunakan alat penumbuk batu



Gambar 6. Cangkang kerang yang telah ditumbuk dimasukkan kedalam alat ayakan 230 mesh (waktu pengayakan 20 menit)



Gambar 7. Cangkang kerang yang telah ditumbuk halus dan akan diayak dengan ayakan 230 mesh.



Gambar 8. Cangkang kerang yang telah halus menjadi seperti bubuk bedak dan disimpan dalam wadah yang tertutup



Gambar 1. Menimbang bubuk limbah cangkang kerang darah



Gambar 2. Pengambilan 1 sendok takar bubuk kerang, kemudian letakkan diatas pembungkus nasi kuning.



Gambar 3. Membagi 2 bubuk cangkang kerang yang telah diletakkan diatas pembungkus nasi kuning.



Gambar 4. Mencampurkan asam poliakrilik (GC Fuji IX) pada salah satu bagian bubuk cangkang kerang



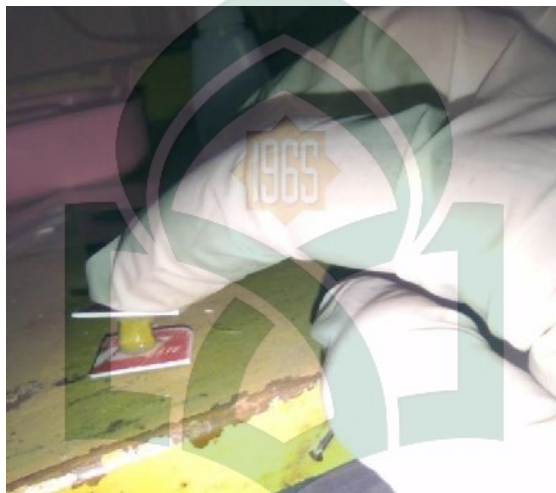
Gambar 5. Pengadukan asam poliakrilik (GC Fuji IX) dengan salah satu bagian bubuk cangkang kerang dan campuran pepsoden, kemudian dimasukkan kedalam cetakan.



Gambar 6. Memasukkan adonan sampel kedalam cetakan dan dipadatkan

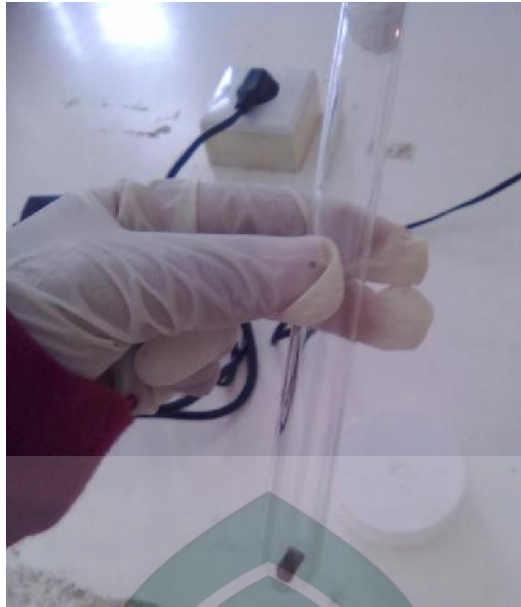


Gambar 7. Menutup kedua sisi cetakan sampel, agar sampel tidak keluar dari cetakan



Gambar 8. Sampel yang telah dimasukkan ke cetakan dan kemudian dilem menggunakan lem korea, agar sampel padat dan tidak mengembang.

ALAUDDIN
M A K A S S A R



Gambar 9. Menyimpan sampel selama 24 jam dalam wadah tertutup



Gambar 10. Sampel yang telah mengering dan kemudian dimasukkan kedalam plastik tempat foto yang memiliki perekat.



Gambar 1. Mengeluarkan sampel dari cetakan



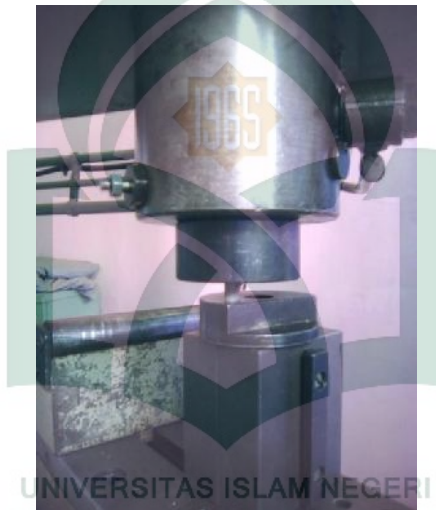
Gambar 2. Menjemur sampel dibawah sinar matahari selama 3 hari



Gambar 3. Penyimpanan sampel dalam plastik tempat foto setelah dijemur, sebelum dilakukan uji kekuatan tekan



Gambar 4. Mengukur kembali diameter sampel sebelum dilakukan pengujian



Gambar 5. Pengujian sampel menggunakan alat UTM



Gambar 6. Penunjukan nilai gaya beban maksimum pada alat UTM

Beban pada alat = 20 kN = 20×10^3 N.

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$$

$$1 \text{ N/m}^2 = 1 \times 10^{-6} \text{ N/mm}^2$$

$$1 \text{ N/mm}^2 = 1 \text{ Mpa.}$$

1. Sampel 1 (diameter pipet 4 mm dan tinggi 6 mm)

a. Tanpa pasta gigi.

➤ $d = 5,7 \text{ mm}$

$$r = \frac{1}{2}d = \frac{1}{2}(5,7) = 2,85 \text{ mm}$$

$$A = \pi r^2 = 3,14 (2,85)^2 = 25,505 \text{ mm}^2 = 25,505 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$F_P = 89,5 \text{ N} = \text{kgf}$$

$$P = \frac{F}{A} = \frac{89,5 \text{ N}}{25,505 \times 10^{-3} \text{ m}^2} = 3,51 \times 10^{-6} \text{ N/m}^2$$

$$\text{Atau } 3,51 \times 10^{-6} \text{ N/m}^2 = 3,51 \text{ N/mm}^2$$

b. Tambahan pasta gigi 2 %.

$$d = 4,45 \text{ mm}$$

$$r = \frac{1}{2}d = \frac{1}{2}(4,45) = 2,225 \text{ mm}$$

$$A = \pi r^2 = 3,14 (2,225)^2 = 15,545 \text{ mm}^2 = 15,545 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$F_P = 148 \text{ N} = \text{kgf}$$

$$P = \frac{F}{A} = \frac{148 \text{ N}}{15,545 \times 10^{-3} \text{ m}^2} = 9,521 \text{ N/m}^2$$

$$\text{Atau } 9,521 \times 10^{-6} \text{ N/m}^2 = 9,521 \text{ N/mm}^2$$

c. Tambahan pasta gigi 5 %.

➤ $d = 4,45 \text{ mm}$

$$r = \frac{1}{2}d = \frac{1}{2}(4,45) = 2,225 \text{ mm}$$

$$A = \pi r^2 = 3,14 (2,225)^2 = 15,545 \text{ mm}^2 = 15,545 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$F_P = 119,5 \text{ N} = \text{kgf}$$

$$P = \frac{F}{A} = \frac{119,5 \text{ N}}{15,545 \times 10^{-6} \text{ m}^2} = 7,687 \times 10^{-6} \text{ N/m}^2$$

$$\text{Atau } 9,632 \times 10^{-6} \text{ N/m}^2 = 9,632 \text{ N/mm}^2$$

d. Tambahan pepdosen 10 %.

$$d = 4,8 \text{ mm}$$

$$r = \frac{1}{2} d = \frac{1}{2} (4,8) = 2,4 \text{ mm}$$

$$A = \pi r^2 = 3,14 (2,4)^2 = 18,086 \text{ mm}^2 = 18,086 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$F_P = 100 \text{ N} = 10,194 \text{ kgf}$$

$$P = \frac{F}{A} = \frac{100 \text{ N}}{18,086 \times 10^{-6} \text{ m}^2} = 5,529 \times 10^{-6} \text{ N/m}^2$$

$$\text{Atau } 5,529 \times 10^{-6} \text{ N/m}^2 = 5,529 \text{ N/mm}^2$$

2. Sampel 2 (diameter pipet 8.50 mm dan tinggi 10 mm).

a. Tanpa pasta gigi.

$$d = 7,6 \text{ mm}$$

$$r = \frac{1}{2} d = \frac{1}{2} (7,6) = 3,8 \text{ mm}$$

$$A = \pi r^2 = 3,14 (3,8)^2 = 45,342 \text{ mm}^2 = 45,342 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$F_P = 320 \text{ N} = 32,619 \text{ kgf}$$

$$P = \frac{F}{A} = \frac{320 \text{ N}}{45,342 \times 10^{-6} \text{ m}^2} = 7,057 \text{ N/m}^2$$

$$\text{Atau } 7,057 \times 10^{-6} \text{ N/m}^2 = 7,057 \text{ N/mm}^2$$

b. Tambahan pasta gigi 20 %.

$$d = 7,4 \text{ mm}$$

$$r = \frac{1}{2}d = \frac{1}{2} (7,4) = 3,7 \text{ mm}$$

$$A = \pi r^2 = 3,14 (3,7)^2 = 42,987 \text{ mm}^2 = 42,987 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$F_p = 240 \text{ N} = 24,465 \text{ kgf}$$

$$P = \frac{F}{A} = \frac{240 \text{ N}}{42,987 \times 10^{-6} \text{ m}^2} = 5,583 \times 10^{-6} \text{ N/m}^2$$

$$\text{Atau } 5,583 \times 10^{-6} \text{ N/m}^2 = 5,583 \text{ N/mm}^2$$

3. Sampel 3 (diameter 7 mm dan tinggi 11.91 mm)

a. Tanpa pasta gigi.

$$d = 7 \text{ mm}$$

$$r = \frac{1}{2}d = \frac{1}{2} (7) = 3,5 \text{ mm}$$

$$A = \pi r^2 = 3,14 (3,5)^2 = 38,465 \text{ mm}^2 = 38,465 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$F_p = 300 \text{ N} = 10,194 \text{ kgf}$$

$$P = \frac{F}{A} = \frac{300 \text{ N}}{38,465 \times 10^{-6} \text{ m}^2} = 7,799 \times 10^{-6} \text{ N/m}^2$$

$$\text{Atau } 7,799 \times 10^{-6} \text{ N/m}^2 = 7,799 \text{ N/mm}^2$$

b. Dengan pasta gigi 50 %.

$$d = 7,4 \text{ mm}$$

$$r = \frac{1}{2}d = \frac{1}{2} (7,4) = 3,7 \text{ mm}$$

$$A = \pi r^2 = 3,14 (3,7)^2 = 42,987 \text{ mm}^2 = 42,987 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$F_p = 220 \text{ N} = 22,24 \text{ kgf}$$

$$P = \frac{F}{A} = \frac{220 \text{ N}}{42,987 \times 10^{-6} \text{ m}^2} = 5,118 \times 10^{-6} \text{ N/m}^2$$

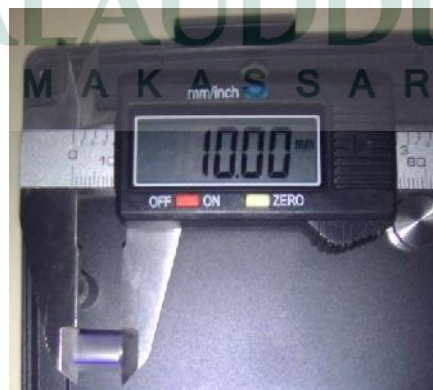
$$\text{Atau } 5,118 \times 10^{-6} \text{ N/m}^2 = 5,118 \text{ N/mm}^2$$



Gambar 1. Cetakan dengan diameter 4 mm, diukur menggunakan jangka sorong.



Gambar 2. Cetakan dengan panjang pipet 6 mm, diukur menggunakan jangka sorong.



Gambar 3. Cetakan sampel dengan diameter 7.50 mm dan tinggi 10 mm, diukur dengan menggunakan jangka sorong.



Gambar 4. Cetakan sampel (bentuk gigi) dengan diameter 7 mm, diukur dengan menggunakan jangka sorong.



Gambar 5. Cetakan sampel (bentuk gigi) dengan tinggi 11.91 mm, diukur dengan menggunakan jangka sorong.



Gambar 6. Menimbang pembungkus nasi sebelum menambahkan pepsoden.



Gambar 7. Penimbangan pepsoden sebelum dicampur dengan bubuk kerang dan asam poliakrilik (sesuai dengan variasi tambahan komposisi masing-masing sampel)



Gambar 8. Mengukur masing-masing diameter dan tinggi cetakan sampel dengan menggunakan jangka sorong.



Gambar 9. Menggunting pipet sedotan minuman sesuai ukuran cetakan



Gambar 10. Menimbang bubuk limbah cangkang kerang darah



Gambar 11. Pencampuran bubuk limbah cangkang kerang, cairan asam poliakrilik dan pasta gigi



Gambar 12. Memasukkan adonan sampel kedalam cetakan dan dipadatkan



Gambar 13. Menutup kedua sisi cetakan sampel, agar sampel tidak keluar dari cetakan



Gambar 14. Menyimpan sampel selama 24 jam dalam wadah tertutup



Gambar 15. Mengeluarkan sampel dari cetakan



Gambar 16. Menjemur sampel dibawah sinar matahari selama 3 hari



Gambar 17. Penyimpanan sampel dalam plastik tempat foto setelah dijemur, sebelum dilakukan uji kekuatan tekan



Gambar 18. Sampel uji



Gambar 19. Sampel sebelum uji tekan



Gambar 20. Penunjukan jarum pada alat UTM

RIWAYAT HIDUP



Nama penulis Halimah Ishak biasa dipanggil imam, lahir pada tanggal 29 November 1995. Anak terakhir dari lima orang bersaudara. Nama bapak saya yaitu Drs. Moh. Ishak. T, dan Ibu saya bernama Murniati Radjid. Kami tinggal disebuah daerah morowali yang tempatnya di desa Uedago, kec. Bungku barat.

Saya mulai menduduki bangku sekolah pada umur 6 tahun. Sekolah pertama saya di SDN 6/71 Rappokalling, kemudian saya berpindah kedaerah tempat tinggal saya di SDN Wata. Saya lulus sekolah dasar pada tahun 2007, kemudian saya berlanjut ke MTs. Nurul Ummah Lambelu dan lulus pada tahun 2010. Dan setelah itu, saya melanjutkan kembali study di SMK Negeri 2 Ambunu dan lulus pada tahun 2013. Kemudian saya lanjut ke perguruan tinggi di Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar. Fakultas Sains dan Teknologi, Jurusan Fisika.

Sekian riwayat hidup dari saya, lebih dan kurangnya mohon dimaafkan. Sekian dan terimakasih.....